REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie & environnement

Spécialité : ***Ecologie.***

THÈME

Contribution à l'étude de Impacts des changements climatiques sur la qualité des eaux du barrage Ghrib (W. Ain-Defla).

Rédigé et Présenté par:

Bouchnafa bochra & **Boukemiche fathia**

Soutenu le : devant le jury :23/06/2022

Président	Mr Licir M	M.A.A	UYFM
Promoteur	Dr. Ghennam- Attou F	M.C.A	USTHB
Co-promoteur	Dr. Ghennam k	M.C.A	UYFM
Examinatrice	Mme .ATTAL .M	M. C.B	UYFM

2021/2022

الحمد والشكر لله العلي العظيم

Tout d'abord, «nous remercions Dieu» qui nous a donné foi, volonté de Continuer, et réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nous tenons à remercier nos parents pour leurs valeurs nobles, leur éducation etleur soutien continu.

Nous remercions sincèrement **Dr. GHENNAM-ATTOU F. et Dr.GHENNAM K.**d'avoir accepté de nousencadrer, de nous conseiller et de nous guider dans notre travail.

Nous remercions sincèrement **Mr. LICIRM.** D'avoir accepté de présider le jury et Dr. **ATTAL M.** d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent également au responsable du laboratoire des analyses physicochimiques et bactériologiques de l'ADE-Médéa Mme. ***DJEZZAR***ainsi qu'à toute l'équipe de laboratoire qui nous a beaucoup aidés**.**

Nous remerciements aussi secrétaire de unité de l'ADE -Médéa Mme. **LAMI FERIEL**

Nous remerciements à remercier à **Mr Omar Bouhembel** chef de station Ghrib.
On remercier touts les personnes de l'agence national des ressources hydriques de Ain Défla**.**

En fin nous tenons à exprimer, nos remerciements à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail tous d'abord à mes très chers parents pour leurs soutien et sacrifices dont je serai toujours reconnaissante.

A ma chère sœur « Hiba » et toute ma famille Bouchenafa.

A mon « binôme Fathia » et sa famille.

A mes amis proches Nouha ,Hadjer ,fella ,Rima, et

A tous mes amis

Je le dédie également a Mm «Attou F» notre promotrice qui à voulu diriger ce modeste travail.

Bochera

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail tous d'abord à mes très chers parents pour leurs soutien et sacrifices dont je serai toujours reconnaissante et je leur souhaite la santé et la longévité

A mon cher frère « Rabah »

A mes chères sœurs « Fatma, Habiba, Houria, Zahra, Hadad, Yamenna et tout Famille Boukemiche

A mon « bochra» et sa famille

A mes amis proche « Hizia selma ikram Sabah Nouha

Je le dédie également a Mm «Attou F» notre promotrice qui à voulu diriger ce modeste travail.

Fathia

Résumé

Ces dernières années, les barrages algériens ont été exposés à un impact important du changement climatique sur la qualité de l'eau. Parmi ces barrages se trouve le barrage de Gharib situé à Wadi Al-chorfa, dans l'Etat d'Ain Defla, qui se caractérise par une région méditerranéenne semi-aride. Climat étés chauds et secs, hivers pluvieux et froids.

Notre travail vise à savoir comment le changement climatique affecte la qualité de l'eau, nous avons donc collecté une série de données climatiques représentées par la température, les précipitations, le vent, l'humidité, etc., couvrant la période de 2010 à 2021. En outre, il existe d'autres données sur l'eau. série de données la qualité. Les données s'étendent de 2006 à 2021 et comparées à l'année en cours où les données climatiques ont été analysées et discutées, et nous avons également organisé une formation dans le laboratoire d'analyse de l'eau de Médéa. Pour faire l'analyse des paramètres physiques, chimiques et biologiques.

Les mots clés :

Barrage Ghrib, changement climatique, paramètres physiques, chimiques et biologiques de l'eau

ملخص

تعرضت السدود الجزائرية في السنوات الأخيرة لتأثير كبير للتغير المناخي على جودة المياه ، ومن بين هذه السدود سد غريب الواقع بوادي الشرفة بولاية عين الدفلى والذي يتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط وهو مناخ شبه قاحل صيف .حار وجاف ، شتاء ممطر وبارد.

يهدف عملنا إلى معرفة مساهمة تأثير تغير المناخ على جودة المياه ، لذلك قمنا بجمع سلسلة من البيانات المناخية متمثلة بدرجات الحرارة ، الأمطار ، الرياح ، الرطوبة ، وما إلى ذلك ، والممتدة من الفترة 2010 إلى 2021.

بالإضافة إلى ذلك سلسلة أخرى من البيانات.لنوعية الماء الممتدة من عام 2006 إلى عام 2021 ومقارنتها بالعام الحالي حيث تم تحليل البيانات المناخية ومناقشتها ، كما قمنا أيضًا بإجراء تربص في مخبر لتحليل المياه بالمدية. .لتحليل العوامل الفيزيائية.الكيميائية و البيولوجية.

الكلمات المفتاحية :

سد غريب , التغير المناخي, العوامل الفيزيائية.الكيميائية و البيولوجية

Abstract

In recent years, Alegria dams have been exposed to a significant impact of climate change on water quality. Among these dams is the Ghrib dam located in Wadi Al-chorfa, in the state of Ain Defla, which is characterized by a semi-arid Mediterranean region. Climate hot and dry summers, rainy and cold winters.

Our Works aims to find out how climate change affects water quality, so we have collected a series of climate data represented by temperature, precipitation, wind, humidity, etc., covering the period from 2010 to 2021. In addition, there are other water data. quality data series. The data spans from 2006 to 2021 and compared to the current year where climate data was analyzed and discussed, and we also organized training in the water analysis laboratory in Médéa. To analyze physical, chemical and biological parameters.

Key Words:

Dam Ghrib, climate change, Analyze physical, chemical and biological parameters.

Table des matières

Résume .....
Français i
Arabe.....ii
Anglais iii
Remerciements.....iiii
Dédicaces .....
Table des Matières.....A
Liste des figures .....B
Liste des tableaux.....C
Liste des abréviations.....D
Introduction 01

CHAPITRE 1 : Contexte générale

1-1-Introduction 03
1.2. L'eau dans le monde..... 03
1.2.1. Les forme d'eau disponible sur Terre 03
1.2.1.1. Les précipitations 03
1.2.1.2. Les glaciers.....03
1.2.1.3. Les bassins fluviaux.....04
1.2.1.4. Les zones humides.....04
1.2.1.5. Les nappes phréatiques.....04
1.2.2. Les réserve en eau dans le monde 04
1.2.3. Répartition de l'utilisation de l'eau 05
1.3. L'eau en Algérie 05
1-3-1 Les ressources en eau en Algérie 05
1-3-2-Situation de l'eau en Algérie 05
1.4. Le cycle de l'eau 06
1.4.1.Le grand cycle de l'eau naturel 06
1.4.1.1. Evaporation.....06
1.4.1.2. Précipitations 06
1.4.1.3. Ruissellement 06

1.4.1.4. Infiltration 06
1.5. Généralité sur Le changement climatique 07
1.5.1. Les facteurs du climat 07
1.5.1.1. Les facteurs astronomiques 07
1.5.1.2. Les facteurs géographique 07
1.5.1.3. Les facteurs anthropogéniques 07
1.5.2. Le climat mondial 07
1.5.3. Le climat de l'Algérie 07
1.5.4. Changements climatiques en méditerrané 08
1.5.5. Impact des changements climatiques sur les ressources en eau en Algérie 08
1.5.5.1. Le Changement climatique, un facteur aggravant 08
1.5.5.2. Les impacts de changement climatique sur les écoulements de surface 09
1.5.5.3. Les changements affectant les eaux de barrages 09
1.5.5.4. Les risque d'inondations 10

CHAPITRE 02 : Présentation des milieux

2.1. Introduction 12
2.2. Historiques 12
2.3.La situation géographique du barrage Ghrib 12
2.3.1.Caractéristiques de barrage Ghrib (Morpho métriques) 13
2.4.Géologie et géomorphologie 14
2.4.1. Synthèse géologique 14
2.4.2. Etat d'érosion du bassin versant 15
2.5. Synthèse Hydrologique 16
2.5.1. Bassin versant 16
2.6. Climatologie 16
2.6.1. La température 17
2.6.2. La précipitation 18
2.6.3. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER 19
2.7. Biodiversité et écologie 21
2.7.1. La faune et la flore 21
2.7.1.1. Végétation 21
2.7.1.2. La faune 21
2.8. Action Anthropique 21

2.9. Utilisation de barrages Ghrib 21

CHAPITRE 03 : Station de traitement des eaux du barrage de Ghrib

3.1. Présentation de la zone d'étude (***barrage du Ghrib)*** 23
3.2. Présentation de la station de traitement des eaux potable du Ghrib 23
3.2.1. Situation géographique 23
3.2.2. Alimentation en eau brute 23
3.3. La présentation des étapes de la station Ghrib 24
3.3.1.La prise d'eau 24
3.3.2.le bassin de régulation (stockage) 24
3.3.3. Les Traitements Effectuées (ETAPE III+ETAPE II) 25
3.3.3.1. Le bassin de mélange 25
3.3.3.2. La Coagulation (EIII+ EII) 25
3.3.3.3. La floculation (EIII + EII) 26
3.3.3.4. La Décantation (EIII + EII) 26
3.3.3.5. Filtration (EIII + EII) 27
3.3.3.6. Le Bassin de désinfection (Réservoir) 27
3.3.3.7. La salle de dosage (préparation) 28
3.4. Laboratoire de station de traitement des eaux 30

CHAPITRE 04 : MATÉRIEL ET METHODE

4.1. Récoltes des données climatique 32
4.2. Présentation et description des données 32
4.2. 1.Paramètres physico-chimiques 32
4.2.1.1. Paramètres physique 32
4.2.1.2. Paramètres chimiques 33
4.2.2.. Les paramètres Biologiques 36
4.2.2.1. Coliforme 36
4.2.2.2. Coliformes fécaux ou de coliformes thermotolé 36
4.2.2.3. Coliformes totaux 37
4.2.2.4. Streptocoques fécaux (37°C) 37
4.2.2.5. Clostridium sulfito-réducteur 37
4.2.2.6. Germes totaux à 22°C et 37 37
4.2.2.7. Chlorophylle a 37

4.2.3. Les paramètres climatiques 38
4.2.3.1. La température 38
4.2.3.2. Les précipitations..... 38
4.2.3.3. Le vent 38
4.3. Les méthodes d'études de la qualité de l'eau 38
4.3.1. L'analyse physique des eaux 38
4.3.1.1. Détermination de la Température 38
4.3.1.2. Mesure du potentielle hydrique (PH) par la méthode électro-métrique 38
4.3.1.3. Détermination de la Conductivité 38
4.3.1.4. Turbidité 39
4.3.1.5. Matières en suspension..... 39
4.3.2. L'analyse chimique des eaux..... 39
4.3.2.1. Dosage du Calcium par Titrage a l'EDTA 39
4.3.2.2. Dosage de Chlorures –titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium (Méthode de MOHRE) 39
4. 3.2.3.Détermination des Sulfates..... 40
4. 3.2.4. Détermination Résidus Sec..... 40
4 .3.2.5. Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire 40
4.3.2.6 .Détermination du phosphore par spectrométrie à l'aide de molybdate D'ammonium..... 40
4.3.2.7. Dosage de l'ammonium par spectrométrie a l'aide de salicylate dedium 41
4.3.2.8. Métiers Organiques..... 41
4.3.2.9. Dosage des nitrites par spectrométrie d'absorption moléculaire..... 41
4.3.2.10. Dosage de fer par spectrométrie à la phénantroline 41
4.3.2.11. Détermination de l'alcalinité titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions 42
4.3.2.12. Dosage la somme du calcium et magnésium par méthode titrimétrique a L'EDTA (TH) 42
4.3.2.13. Détermination de manganèses par spectrométrie d'absorption moléculaire a la 42 formaldoxime 42
4.3.2. L'analyse bactériologique..... 42
4.3.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux 42
4.3.2.2.Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux 44

4.3.2.3.Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteur 45
4.3.2.4. Recherche des germes totaux 47
4.3.2.5. Dosage de la chlorophylle a et d'un indice Pheopigments méthode par Spectrométrie d'absorption moléculaire..... 49

CHAPITRE 05 : Résultats et Discussion

5.1. Variations des données climatiques 51
5.1.1. Les variations annuelles des paramètres climatiques 51
5.1.2. Les variations mensuelles des paramètres climatiques 52
5.1.3. Les variations saisonnières des paramètres climatiques 53
5.2. Relation entre les paramètres climatiques 55
5.3.Analyse en composantes Principale 55
5.4.Variations des paramètres physico-chimiques 56
5.4.1. Paramètres physiques 56
5.4.1.1.Les Variations annuelles..... 56
5.4.1.2.Les Variations mensuelles..... 57
5.4.1.3.Les Variations saisonnières 58
5.4.2. Paramètres de minéralisation..... 59
5.4.2.1.Les Variations annuelles..... 59
5.4.2.2.Les Variations mensuelles..... 60
5.4.2.3.Les Variations saisonnières 61
5.4.3.Paramètre de pollution 62
5.4.3.1.Les Variations annuelles..... 62
5.4.3.2.Les Variations mensuelles..... 63
5.4.3.3.Les Variations saisonnières 64
5.4.4. Les métaux 64
5.4.4.1.Les variations annuelles..... 64
5.4.4.2. Les variations mensuelles..... 65
5.4.4.3. Les variations saisonnières..... 66
5.4.5. Relation entre les paramètres physico-chimiques 68
5.4.6. Analyse en composantes Principale 68
5.5. Résultats de l'analyse Bactériologique 69
5.5.1. Les variations annuelles..... 69
5.5.2. Les variations mensuelles 70

5.5.3. Les variations saisonnières 70
5.5.4. Relation Entre Les Espèces Bactériennes 71
5.5.4.1. En fonction des années 71
5.5.4.2. En fonction des saisons 72
5.6. Effet du climat sur la qualité de l'eau 72
5.6.1Effet Climat- Physico-chimie 72
5.6.2. Effet Climat- Bactériologie 73
5.7.Discussion 75
Conclusion 81
Référence
Annexe

LISTE DES FIGUR

Chapitre 01 : Contexte générale

Figure 01: Les réserves en eau dans le monde 05
Figure 02 : schéma de cycle d'eau 07

Chapitre 02: Présentation des milieux

Figure 03 : barrage Ghrib (Photo original 2022) 11
Figure 04: localisation géographique de barrage Ghrib (Google modifier2022) 12
Figure 05 *:* Coupe géologique type sur le site du barrage 13
Figure 06: Courbes représentant la température Moyenne maximale minimale mensuelle de la région Barrage Ghrib (2010. 2021) 15
Figure 07: Histogramme représentant les précipitations de Barrage Ghrib pour la période 2010_2021 16
Figure 08: Diagramme ombrothermique de barrage Ghrib (2010_2021) 17
Figure 09: La position de la station d'étude sur le Climagramme d'Emberger 18

Chapitre 03: Station de traitement des eaux du barrage de Ghrib

Figure 10 : barrage Ghrib (Photo original 2022) 20
Figure 11: station de traitement des eaux du barrage Ghrib 21
Figure 12 : le bassin de régulation 21
Figure 13: le bassin de mélange 22
Figure 14: Le bassin de Coagulation 2
Figure 15 : La floculation 23
Figure 16 : la Décanteur 23
Figure 17 : le filtre de sable 24
Figure 18 : la salle de désinfection (deux poste /la pompe) 25
Figure 19: Dosage de sulfate d' alumine 26
Figure 20 : sac de sulfate 26
Figure 21 : d' alumine et jar-tes 26
Figure 22 : Dosage de polymère 27
Figure 23: Jar-test 27
Figure 24: Les produits chimiques 27

Figure 25: Turbidimètre……. 28
Figure 26: Spectrophotomètre 28
Figure 27: Multi-paramètre 28
Figure 28 : Balance 28
Figure 29 : Titra métrique 29
Figure 30 : Etuve de bactériologie 29

Chapitre 04 : Matériel Et Méthode

Figure 31: Détermination des Sulfates 39
Figure 32: spectrophotomètre..... 40
Figure 33: Recherche et dénombrement des coliformes totales et fécales méthodes par Filtration 44
Figure 42: Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteurs* dans l'eau brute 46
Figure 43: Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau brute 47
Figure 44 : Les variations annuelles des paramètres climatiques 52

Chapitre 05 : Résultat et Discussion

Figure 45: Les variations mensuelles des paramètres climatiques 53
Figure 46 : Les variations saisonnières des paramètres climatiques 54
Figure 47 : Analyse en composantes Principale des paramètres climatiques 56
Figure 48 : Les Variations annuelles des Paramètres physiques 57
Figure 49 : Les Variations mensuelles des Paramètres physiques 58
Figure 50 : Les Variations saisonnières des Paramètres physiques 59
Figure 51 : Les Variations annuelles des Paramètres de minéralisation 60
Figure 52 : Les Variations mensuelles des Paramètres de minéralisation 61
Figure 53: Les Variations saisonnières des Paramètres de minéralisation 62
Figure 54 : Les Variations annuelles des Paramètres de pollution 63
Figure 55 : Les Variations mensuelles des Paramètre de pollution 63
Figure 56: Les Variations saisonnières des Paramètre de pollution 64
Figure 57 : Les Variations annuelles des Paramètre des métaux 65
Figure 58 : Les Variations mensuelles des Paramètre des métaux 66
Figure 59 : Les Variations saisonnières des Paramètre des métaux 67
Figure 60 : Relation entre les paramètres physico-chimiques 68
Figure 61 : Analyse en composantes Principale 69
Figure 62 : Les variations annuelles des Résultats de l'analyse Bactériologique 69
Figure 63 : Les variations mensuelles des Résultats de l'analyse Bactériologique 70
Figure 64: Les variations saisonnières des Résultats de l'analyse Bactériologique 71
Figure 65 : Relation Entre Les Espèces Bactériennes En Fonction Des Années 71
Figure 66 : Relation Entre Les Espèces Bactériennes En Fonction Des Saisons 72
Figure 67 : Effet Climat- Physico-chimie 73
Figure 68 : Effet Climat- Bactériologie 74

Liste des tableaux

Tableau 01: la fiche technique de barrage Ghrib…….....05

Tableau 02: Moyenne mensuelle de la température et de la précipitation de la région Barrage Ghrib……07

Tableau 03 : Résulta Statistique De Paramètre Climatique.....54

Tableau 04: Matrice de corrélation de paramètre climatique……...55

Tableau 05 : Résulta Statistique des paramètres physico-chimiques…….67

LISTE D'ABREVIATIO

ADE : Algérienne des eaux

BASR: Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

Cond : Conductivité.

Ca^{2+}: Calcium.

CL^{-} : Chlorures.

DBO: Demande Biochimique en Oxygène.

E. coli : Escherichia Coli.

E.D.T.A : Acide éthylène diamine tétra-acétique

Fer T : Fer total

$H2CO3$: Acide carbonique

MES : Matière En Suspension.

NA: Norme Algérienne.

NF: Norme Française.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

NH_4^+: L'ammonium.

nm: Nanometre.

NO_2^- : Nitrites.

NO_3- : Nitrates.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

O_2: Oxygen

PH : potentiel d'Hydrogène.

TDS : Taux des Sels Dissous.

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre Hydrométrique (dureté)

T.D.S : Solides Totaux Dissous

VF : Viande Foie..

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est la vie sur la terre. Donc, l'eau est quelque chose de spécial. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles.et pour ça il faut la protéger.Le monde contient aussi beaucoup d'eau. Plus que 70% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde). **(Lindberg, C. F., 1997)**

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). Car cette exploitation est répondre aux besoins de l'agricole et urbain. Et Une eau destinée à la consommation humaine est potable lors qu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la sante des individus. Par conséquent, et en fonction des caractéristiques de l'eau brute destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique **(John. et Donald., 2010)**

Les discussions sur le changement climatique deviennent de plus en plus importantes du fait de l'augmentation des désastres dus à ce phénomène et des preuves grandissantes apportées par des études empiriques conduites par d'éminents scientifiques comme le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) à propos des impacts importants du changement climatique sur la planète.

L'Algérie comme tout les payes du monde à touché par cet changement climatique qui est représenté par la modification dans la quantité des précipitations et la température, cette modification a un influence directe sur les ressources hydriques, les êtres vivants et le développement industriel. Des nombreuses études ont été élaborées dans le but d'obtenir plus information sur le changement et la variabilité climatique en Algérie, ainsi de connaitre l'influence et les impacts de ces changements sur les différents ressources en eau superficielle et souterraines.

L'objectif de ce travail est l'étude connaitre la contribution de l' impacte de changement climatique sur qualité des eaux du barrage Ghrib qui situé dans la commune de Oued chorfa, wilaya de Ain Defla. La série des données climatique étudiées est de (2010-2022). et La série des données des qualités des eaux étudiées est de (2006-2022).

Nous avons subdivisé notre étude en cinq chapitres :

Chapitre 1 : En présente une synthèse bibliographique sur les changements climatique et les ressources en eau dans le monde et en l'Algérie.

Chapitre 2 : Dans ce chapitre destinée a la présentation de la zone étude barrage Ghrib qui situé dans la commune de Oued chorfa, wilaya de Ain Defla.

Chapitre 3 : Dans ce chapitre en présente la station de traitement des eaux de barrage Ghrib.

Chapitre 4 : consiste à définir les outils et la méthodologie utilisée dans la 'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologie des eaux de barrage Ghrib dans l' aboratoire de ADE de Médéa.

Chapitre 5 : Dans ce dernier chapitre en discute les résultats des paramètres climatiques et qualité des eaux et en finisse par une conclusion.

Chapitre 1 : Contexte générale

Chapitre 1 : Contexte générale

1.1.Introduction :

L'eau est une ressource indispensable à toutes les formes de vie et aux écosystèmes de la terre. De plus, c'est l'élément clé pour la santé humaine, l'agriculture et l'industrie.

L'eau recouvre 70% de la superficie du globe dont 97 % salée et non potable et ne convient pas à l'irrigation. L'eau douce représente 3% de l'eau totale de notre planète. Dans ce faible pourcentage, les rivières et les lacs représentent 0,3%, alors que tout le reste est stocké dans les calottes polaires glacières. **(HERNANDEZ, 2006)**

Les changements climatiques sont bien plus qu'une tendance au réchauffement. Une augmentation des températures mènera à de nombreux changements météorologiques sur les plans, (par exemple), de la configuration des vents, de la quantité et du type de précipitation ainsi que du type et de la fréquence de phénomènes météorologiques extrêmes qu'on pourrait s'attendre à voir frapper une région particulière. **(ADJI, 2009)**
L'impact du changement climatique est au centre de toutes les attentions **(GORNALL *ET AL.*2010;REQUIER-DESJARDINS, 2010)**. Cet impact touchera tous les pays du monde, avec une ampleur variable selon les régions. (**BARRIOS *ET AL.*2008;TARHULE, 2011)**

Le cycle de l'eau et le climat sont intimement liés, cette relation prend néanmoins une nouvelle importance dans le contexte du changement climatique. Prévoir l'évolution du climat dans les prochaines décennies, nécessite une bonne compréhension des processus du cyclehydrologique. D'autre part, le changement du climat s'accompagnera certainement de modification du cycle de l'eau. **(ELMEDDAHI, 2016)**

1.2. L'eau dans le monde :

1.2.1.Les formes d'eau disponible sur Terre :

L'eau de la planète est présente naturellement sous diverses formes dans l'atmosphère, sur et sous la surface de la Terre, et dans les océans. (**BLAVOUX ,1978)**

1..2.1.1.Les précipitations :

Les précipitations sont présentes sous forme de pluie, neige, rosée. Elles jouent un rôle clé dans le renouvellement des ressources en eau et dans les conditions climatiques et la biodiversité locales. En fonction des conditions locales, les précipitations peuvent alimenter les rivières et les lacs, reconstituer les nappes phréatiques ou retourner dans l'atmosphère par évaporation. (1)

1.2.1.2. Les glaciers :

Ils stockent l'eau sous forme de neige et de glace et alimentent les cours d'eau locaux de quantités d'eau qui varient en fonction des saisons. Cependant, beaucoup s'amenuisent à l'heure actuelle en raison du réchauffement climatique. **(BLAVOUX ,1978)**

1.2.1.3. Les bassins fluviaux :

Ils constituent une « unité naturelle » très utile pour la gestion des ressources en eau et nombre d'entre eux s'étendent sur plus d'un pays. Le bassin fluvial de l'Amazone et celui du Congo-Zaïre comptent parmi les plus grands. Le débit des fleuves peut fortement varier d'une saison et d'une région climatique à l'autre. Comme les lacs contiennent de grandes quantités d'eau, ils peuvent atténuer les différences saisonnières dans le débit des rivières et des ruisseaux. **(1)**

1.2.1.4.Les zones humides :

Notamment les marécages, tourbières, marais et lagunes -recouvrent 6% de la surface émergée de la Terre et jouent un rôle clé dans les écosystèmes locaux et les ressources en eau. Beaucoup de ces zones humides ont été détruites, mais celles qui subsistent aujourd'hui peuvent encore jouer un rôle important dans la prévention des inondations et le maintien du débit des rivières. **(1)**

1.2.1.5.Les nappes phréatiques :

Généralement de très bonne qualité, l'eau des nappes phréatiques est principalement extraite pour fournir de l'eau potable ou pour arroser les cultures dans les zones arides. On considère que les ressources sont renouvelables à partir du moment où la nappe phréatique n'est pas vidée plus rapidement que la nature ne lui permet de se reconstituer. **(1)**

1.2.2. Les réserves en eau dans le monde

On estime qu'il y a sur la planète environ 1,4 milliards de m3 d'eau. (**HARROIS, 1977).**

Cependant la majeure partie (97%) de cette eau présente sous forme d'eau salée dans les mers et les océans. Elle est difficilement valorisable pour les activités humaines. Des 3% restants (36 millions de Km3) plus de ¾ constituent les glaciers très peu accessibles. Le ¼ restant comprend essentiellement des eaux souterraines (inférieur à 1% de l'eau totale du globe)

Une faible partie sous forme d'eaux de surface contenues dans lacs et les rivières (soit 0,01% de l'eau de la planète. (**MEDDI , HUBERT . 2002).**

Dans toute cette eau, 97.2% de l'eau se trouve sous forme salée dans les mers et océans.

Les 2.8%d'eau douce se repartissent de la façon suivant :
- 3/4 de l'eau douce est sous forme de glace soit 2,1 % de l'eau de la Terre.
- 1/4 de l'eau douce est liquide soit 0,7 % de l'eau de la Terre.

C'est l'eau douce et liquide qui est la plus facilement utilisable pour nos besoins. Sur la totalité de cette eau, seule une partie est réellement accessible, le reste étant renfermé dans des nappes souterraines profondes. **(2)**

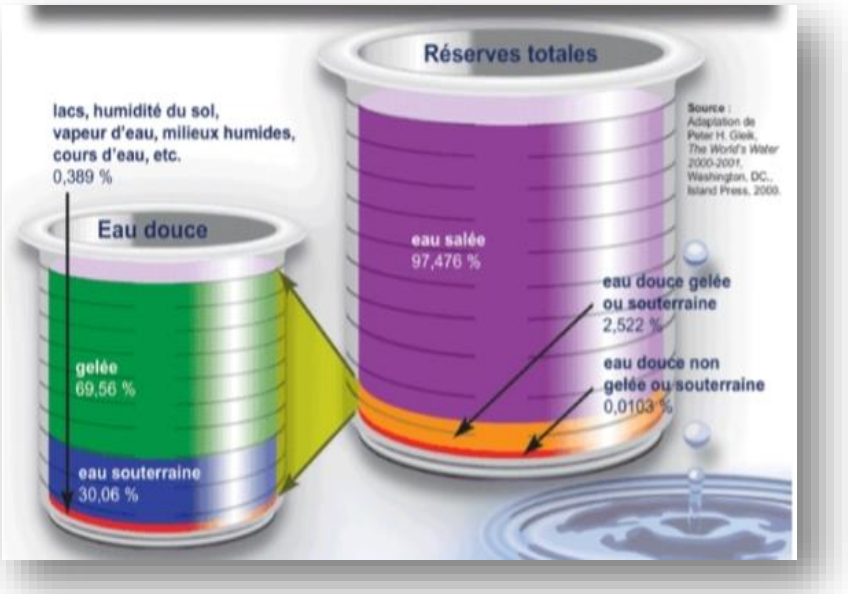


Figure 01 :Les réserves en eau dans le monde

1.2.3. Répartition de l'utilisation de l'eau

L'agriculture consomme énormément d'eau à cause de l'irrigation des plantations qu'elle doit assurer. Au cours du 20éme siècle, l'irrigation des terres cultivées a été multipliée par 5.Depuis 1960, les agriculteurs ont augmenté de 60% le prélèvement d'eau pour leurs terres.
L'industrie utilise 20%de l'eau douce pour toutes leurs activités. Cela représente quand même une grande fraction et elles pourraient la diminuer en essayant de développer de
Technologies utilisant moins d'eau ou en utilisant une eau de qualité moindre pour les usages ne nécessitant pas de l'eau potable. **(2)**

1.3. L'eau en Algérie

1.3.1 Les ressources en eau en Algérie

L'Algérie, disposait, jusqu'en 2000, de 44 barrages en exploitation. La capacité théorique de cette mobilisation des eaux superficielles, avoisinait les 4.5 milliards de m3. La capacité réellement mobilisable n'excédait guère 2.5 milliards de m3 pour des raisons liées principalement à une sécheresse accrue et une irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. (**KETTAB**, **2001)**

Les ressources hydriques sont vulnérables aux variations climatiques. L'eau et sa gestion sont des problèmes conditionnant l'avenir de l'Algérie, le changement climatique pourrait placer notre pays dans des situations inconfortables puisque le volume maximal d'eau mobilisable serait déficitaire d'ici 2025**.** (**MEDDI &BOUCEFIANE . 2008)**

1.3.2.Situation de l'eau en Algérie

En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence qui se livrent l'agriculture ; l'industrie et l'AEP (Alimentation en Eau Potable) pour avoir accès à des

disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà les efforts de développement de nombreux pays. La pluviométrie moyenne annuelle en nord de l'Algérie est évaluée entre 95 et 100 109 m3plus de 80. 109 m3 s'évaporent. 3. 109m3 s'infiltrent et 12.5 10 9m3s'écoulent dans les cours d'eau.**(3)**

Avec une pluviométrie quasi nulle, le sud de l'Algérie, représentant quelque 70% de la superficie totale du pays, est exclusivement alimenté en eau à partir de réserves souterraines sous formes de nappes qui servent à la fois l'irrigation agricole, l'industrie ou l'alimentation des populations locales. **(MEDDI M. & BOUCEFIANE . 2008)**

1.4.Le cycle de l'eau

L'eau parcourt un cycle éternel. Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des mers, des rivières et des lacs s'évapore. A ce volume s'ajoute la vapeur d'eau issue de l'évapotranspiration des plantes. Toute cette vapeur d'eau provoque la formation, dans la haute atmosphère, des nuages qui, par condensation se transforment en précipitations (pluie, neige, grêle) ou de brouillard. La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste atteint les continents, où 60% s'évapore à nouveau, seul 25% s'infiltre dans la terre et alimente les nappes souterraines. Enfin, 15% ruisselle et rejoint les cours d'eau pour retrouver ensuite l'océan, puis le cycle recommence. **(4)**

1.4.1. Le grand cycle de l'eau naturel :

1.4.1.1. Evaporation :

Sous l'action du soleil, une partie de l'eau de mer s'évapore pour former des nuages .Avec les vents, ces nuages arrivent au dessus des continents où ils s'ajoutent à ceux déjà formés.

1.4.1.2. Précipitations :

Lorsqu'il pleut, qu'il neige ou qu'il grêle sur ces mêmes continents, une partie de l'eau de ces précipitations repart plus ou moins rapidement dans l'atmosphère, soit en s'évaporant directement, soit du fait de la transpiration des végétaux et des animaux.

1.4.1.3. Ruissellement :

Une deuxième partie, en ruisselant sur le sol, rejoint assez vite les rivières et les fleuves puis la mer.

1.4.1.4. Infiltration :

Quant au reste, il s'infiltre dans le sol et est stocké en partie dans des nappes. Cette eau finira aussi par retourner à la mer, à beaucoup plus longue, voire très longue, échéance, par le biais des cours d'eau que ces nappes alimentent.

C'est ce mouvement perpétuel de l'eau sous tous ses états qu'on appelle le grand cycle de l'eau. Les activités humaines peuvent parfois perturber ce cycle et provoquer ou amplifier des phénomènes de pénuries ou d'inondation. **(2)**

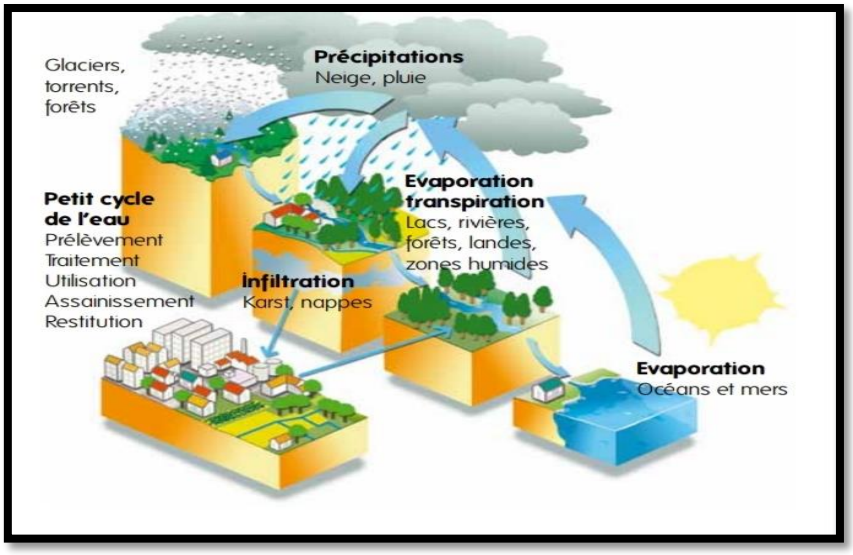


Figure 02 : schéma de cycle d'eau.

1.5. Généralité sur Le changement climatique

1.5.1. Les facteurs du climat :

Ceux sont des facteurs qui agissent sur la variabilité des éléments du climat ou distingue :

1.5.1.1. Les facteurs astronomiques :

Qui font intervenir la relation de la terre sur elle-même et autour du soleil, entrainant une variabilité de la quantité d'énergie solaire reçue au niveau de la surface terrestre au cours d'une journée et au cours de l'année.

1.5.1.2. Les facteurs géographiques : qui regroupent l'effet de l'altitude, de la position par rapport à la mer,…etc.

1.5.1.3. Les facteurs anthropogéniques : Parmi le quels les rejets de carbonique dans l'atmosphère. (**AZIZOU .A ; MADANI .H ; 2014)**

1.5.2. Le climat mondial

Augmentation des précipitations à l'est du continent américain, au nord de l'Europe et en Asie du nord et centrale et augmentation des évènements de fortes précipitations sur la planète. Sécheresses plus intenses et plus longues, particulièrement dans les régions tropicales et subtropicales, dans le Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et en Asie du sud. **(ARNELL ,2006)**

Diminution des ressources en eau et baisse des rendements agricoles dans certaines régions du globe parmi les plus vulnérables (Asie, Afrique) ce qui risque d'engendrer des crises alimentaires. (**ELOUISSI , 2004)**

1.5.3. Le climat de l'Algérie

En Algérie ,les régions climatique rencontrée sont celles des étages et des variétés de climat définit par Emberger (1955). Le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen à deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse**. (ATTOU, 2014**)

D'une manière générale le climat de l'Algérie est caractérisé par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année, il y a coïncidences de la saison sèche et de la saison chaude**. (ATTOU, 2014)**

Les aires climatiques sont très diversifiées et le climat varie du type méditerranéen au type saharien. Au nord, les hivers sont pluvieux et froids, les étés chauds et secs. Le climat, le long de la côte, est adouci par la présence de la mer. **(MEDDI, ET ALL 2003)**

1.5.4. Changements climatiques en méditerrané (Algérie)

Il est aujourd'hui largement reconnu que la région Méditerranéenne est un « hot spot » du changement climatique. Selon le GIEC une hausse des températures de 2 à 3°C est à prévoir en région méditerranéenne à l'horizon 2050, et de 3 à 5°C à l'horizon 2100. Les précipitations estivales pourraient diminuer de 35 % sur la rive sud et de 25 % sur la rive nord d'ici la fin du siècle . **(GIORGI, 2007)**

Les pays méditerranéens sont déjà confrontés à d'importants problèmes de stress hydrique, de désertification, de pertes de biodiversité et d'évènements climatiques extrêmes tels qu'inondations et sécheresses. Le changement climatique se traduira très probablement par une aggravation de ces problèmes, entrainant des pertes humaines et économiques considérables. **(NABI, 2015)**

L'Algérie a été particulièrement vulnérable aux changements climatiques et au réchauffement de la planète qui a marqué le 20éme siècle. Les données climatiques relevées dans les pays du pourtour de la méditerranée durant le 20eme siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée durant les 30 dernières années. Ces données montrent aussi une augmentation nette de la fréquence des sécheresses et inondation **(KERROUCHE, 1998)**

En Algérie, pays dont la plus grande partie est désertique, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure. En effet, de par sa position géographique, l'Algérie est exposée aux effets négatifs des changements climatiques et des émissions des gaz à effet de, serre, notamment les inondations, la sécheresse et les températures élevées.

Selon un rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, publié en 2000 par le Ministère de l'aménagement du territoire et l'environnement, l'Algérie a ratifié, par décret n° 93-99 du 10 Avril 1993, la Convention Cadre sur les Changement Climatiques (CCCC). Cette dernière se rapporte particulièrement à la stabilisation des émissions des gaz à effet de serre pour empêcher une interférence de l'homme avec le système climatique, **(ACHOUR-BOUAKKAZ, 2006).**

1.5.5. Impact des changements climatiques sur les ressources en eau en Algérie

1.5.5.1. Le Changement climatique, un facteur aggravant

Les données climatiques relevées dans la région du Maghreb durant le 20ème siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée les trente dernières années. Les modèles de circulation générale convergente pour estimer un réchauffement probable de la région de l'ordre de 2° à 4°C durant le 21éme siècle. **(NICHANE , KHELIL , 2015)**

Par son appartenance géographique à la zone aride et semi-aride, l'Algérie est soumise à des conditions physiques et hydro climatiques défavorables, accentuées par des périodes de sécheresses chroniques. L'Algérie présente une grande sensibilité au climat, notamment dans

les hauts plateaux et la steppe qui couvre environ 60% des terres viables du Nord .Une modification du climat est donc inéluctable et il en résultera des impacts significatifs, liés entre autres à l'augmentation des températures et des précipitations, à la raréfaction des ressources en eau et à la hausse de la fréquence des tempêtes. D'autres impacts sont étudiés :la perte de biodiversité et la dégradation d'écosystèmes, la hausse du risque de famines, les mouvements de populations, ainsi que les incidences sur la santé**. (BOLIN, 1980).**

1.5.5.2. Les impacts de changement climatique sur les écoulements de surface

La sécheresse intense et persistante, observée en Algérie durant les 30 dernières années et caractérisée par un déficit pluviométrique évalué à 30% (50% durant l'année 2001- 2002) a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, entraînant des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays. **((NICHANE , KHELIL ; 2015)**

1.5.5.3. Les changements affectant les eaux de barrages

Les changements affectant la retenue des eaux de surface sont dus à l'envasement et à la diminution du ruissellement.(**KADI , 1997)**

- **L'envasement :** la nature et la morphologie des terrains en pente, la fragilité du couvert végétal, le manque de boisement et l'urbanisation en amont des barrages engendrent une forte érosion qui réduit la capacité de stockage des barrages de 2 à 3% chaque année, à cause de l'envasement dû au transport et au dépôt de sédiments par les eaux de pluie. Actuellement, 14 barrages sur la soixantaine existante sont envasés**. (NICHANE, KHELIL ; 2015)**

- **La diminution du ruissellement** : La contribution du ruissellement aux eaux de surface a systématiquement diminué. Les flux trop faibles ne permettent pas de remplir suffisamment les barrages existants.**(NICHANE , KHELIL ; 2015)**
- **Le changement climatique affectant les nappes phréatiques :** La diminution des pluies due aux sécheresses qui sévissent depuis le début des années 70 a entraîné une baisse constante des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères du nord du pays. Dans beaucoup de plaines du pays, le niveau des nappes phréatiques a déjà chuté dans des proportions alarmantes (> 20 m.) **(PLOTNICOV ;1962).**L'aggravation des sécheresses conjuguée à la surexploitation des nappes phréatiques a entraîné la minéralisation des zones non saturées des nappes aquifères profondes, dans les régions semi-arides comme le plateau d'Oran et les hautes plaines occidentales. Le taux moyen d'utilisation des nappes phréatiques est de 79% dans la région Nord.**(NICHANE , KHELIL ; 2015)**

  Il peut parfois atteindre et dépasser les 90% dans certaines zones. Dans les régions côtières, la baisse des niveaux de pression hydrostatique a d'ores et déjà entraîné la pénétration d'eau de mer dans les réserves d'eau douce des nappes aquifères côtières des régions de la Mitidja ,d'Oran, de Terga et d'Annaba. **(NICHANE , KHELIL ; 2015)**

1.5.5.4. Les risques d'inondations

S'appuyant sur des études scientifiques les experts dans le domaine estiment que des pluies torrentielles et des orages comme ceux qui ont ravagé les régions de Bab El Oued, Ghardaïa

- Ou Béchar seront de plus en plus fréquents. Il faut s'attendre à l'accentuation de ces phénomènes météorologiques, qui seront de plus en plus violents et dangereux. **(NICHANE , KHELIL ; 2015)**

Chapitre 2 : Présentation des milieux

2.1. INTRODUCTION

Le barrage du Ghrib est implanté sur l'Oued Cheliff à 70 Km au sud ouest de la ville d'Ain Defla.

Ce chapitre On a essayé de présenté le barrage de Ghrib tel que la localisation géographique, Synthèse géologique**,** Hydrologique et Climatologique.

2.2. Historiques

Le barrage de Ghrib est un barrage et type remblai, situé sur le Cheliff niveau de la commune d'Oued Chorfa, dans la wilaya d'Ain Defla.

En Algérie. II est construit entre 1936 et 1939. D'une hauteur de 65m, il est le sixième plus grand barrage en Algérie avec une capacité de 280milions m3.

- Barrage Ghrib est le plus connu et le plus visité des grands réservoirs dans l'Algérie. Il a été construit. Cette faveur est due pour une bonne part à sa proximité d'Alger, aux facilités d'accès, au charme indiscutable du site.





Figure 03 : barrage Ghrib (Photo original 2022)

2.3. La situation géographique du barrage Ghrib

Le barrage du Ghrib est situé dans la vallée du Cheliff à 7 km en amont du centre d'Oued Chorfa, à 45 km de Khemis Méliana (W. 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 de02°35'14 00''E et à une latitude de 36°07'52 90''N (ANRH, 2016)

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

X=487.25 m Y=318.4 m Z=450

2.4. Caractéristiques de barrage Ghrib (Morpho métriques):

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

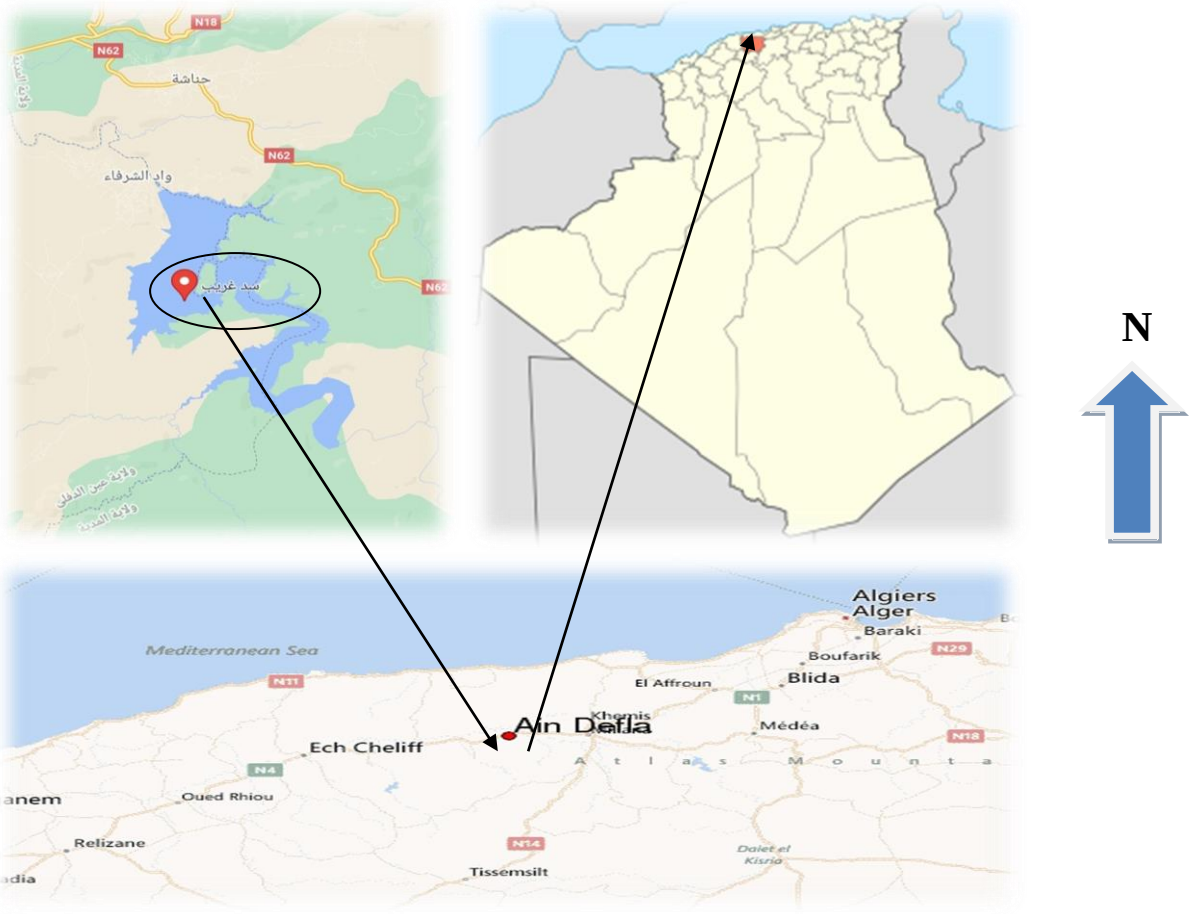


Figure 04 : localisation géographique de barrage Ghrib (Google modifier2022)

Tableau n°01: la fiche technique de barrage Ghrib. (Attal, 2018)

Année de construction	**1927**
Année de mise en eau	**1939**
Caractéristique hydrologique	
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**
Caractéristique du barrage	
Type	**enrochement avec masque amont.**
Hauteur	**65 m**
Longueur	**270 m**
Cote des retenues normales (R.N)	**427,50 m**
Cote des plus eaux (P.H.E)	**430.50m**
Déversoir à hausses fusibles	**45000m^3/s**
Vidange de fond	**100m^3/s**

2.4. Géologie et géomorphologie

2.4.1. Synthèse géologique :

Le bassin de GHRIB se trouve situé dans une région de terrains constitués par une alternance de grés et de marnes, comme il est montré sur la figure ci-après :

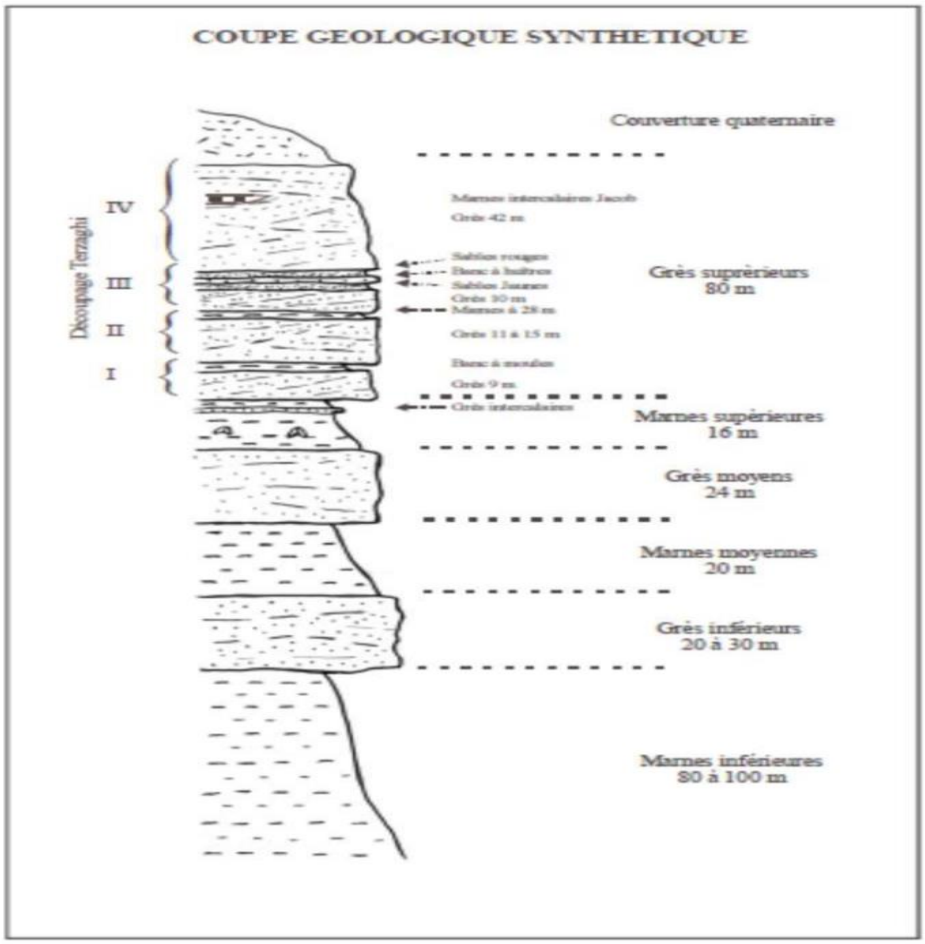


Figure 05: Coupe géologique type sur le site du barrage (ISL, Bureau d'ingénieur conseil, 2005)

Les marnes ont une fraction argileuse très importante, elles sont imperméables, compactes, dures, mais compressibles sous l'effet de charges élevées qu'elles ont à supporter puisque leur résistance à l'écrasement ne dépasse pas les 7 kg/cm² suivant les essais de laboratoire. De plus elles semblent avoir une tendance à la dispersion une fois qu'elles sont immergées. Les grès quant à eux, sont particulièrement incompressible les malgré leurs manques d'homogénéité, leurs résistances à l'écrasement peuvent atteindre les180kg/cm² (**AZZI, 2016**).

2.4.2. Etat d'érosion du bassin versant

Le taux d'envasement atteint les 3,20 Hm³/an **(ANBT, 2007).** Ce qui a causé une perte considérable de la capacité du réservoir de l'ordre de 164,7 Hm³ en une période de 64 ans (1939-2004), soit plus de la moitié de la capacité initiale.

Il s'avère donc utile de suivre l'évolution de l'envasement et de prédire le volume d'envasement du barrage Ghrib à partir d'estimations prévisionnelles pour le court, le

moyenne le long terme pour garantir un développement durable de la ressource eau pour cette région.

2.5. Synthèse Hydrologique

2.5.1. Bassin versant :

L'oued Chélif prend naissance au Djebel Amoure, dans l'Atlas saharien, il vient de jeter dans la Méditerranée.

Au droit du barrage de Ghrib, le bassin du Chélif ouvre une superficie de 23 300 km² et schématiquement constitué par :

- une partie tellienne entre Ghrib et Boughazoul, d'une superficie de 2800 km² ou la pluviométrie moyenne annuelle varie entre 350 et 600 mm. Le coefficient de ruissellement dans cette zone est de l'ordre de 8.5%.
- une partie des Hauts Plateaux couvrant 20500 km² ou la pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 300 mm. Le coefficient de ruissellement est inferieur à 2.6%. La température moyenne enregistrée sur le bassin versent est de 16°C ; avec les écarte suivant :
  - Température minimum : 5°C
  - Température maximas : 46°C

  L'évaporation moyenne annuelle du lac de retenue est de 8.65 hm3 sur la période 1937-1960 **(REMINI ,2000).**

2.6. Climatologie

La climatologie est l'étude des changements énergétiques et hydrique entre la surface de la terre et l'atmosphère (climatologie physique), combinée avec la fréquence et la succion d'événement météorologie (climatologie statistique, et climatologie dynamique), dont l'action influence directement ou indirectement l'existence des êtres qui y sont soumis (Climatologie applique, surtout bioclimatologie). **(HUFTY, 2005).**La température et la pluviosité sont les deux éléments principaux du climat. Ils sont employés dans le calcul de la plupart des indices climatiques, car, ils sont les deux facteurs les mieux connus, et pour lesquels on dispose le plus d'informations possibles (**BOUAMRA, 2011)**

Le tableau ci-dessous représente les moyennes mensuelles de température et de précipitation calculé sur une période de 10 ans.

Tableau 02 . Moyenne mensuelle de la température et de la précipitation de la région Barrage Ghrib.

Paramètre	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	sept	oct.	nov.	déc.	Moy
T max (°C)	18,57	20,38	23,97	28,36	32,86	38,32	**41,18**	41,03	36,44	32,11	25,07	19,76	41,57
T min (°C)	-2,18	**-2,35**	-0,59	3,07	5,56	10,02	15,31	16,15	11,88	5,78	1,9	-1,15	-3,2
T moy(°C)	8,195	9,015	11,69	15,715	19,21	24,17	28,245	28,59	24,16	18,945	13,485	9,305	19,185
P (mm)	31,64	5,275	44,825	49,225	18,88	6,595	0,47	3,965	12,63	12,94	123	77,37	386,8

A partir des valeurs illustrées dans le tableau 03 ci-dessus, nous remarquons les résultats suivants :

2.6.1. La température :

Le mois le plus chaud est le mois de juillet (41.18C°), et le mois le plus froid est février (-2.35C°), (figure 06).

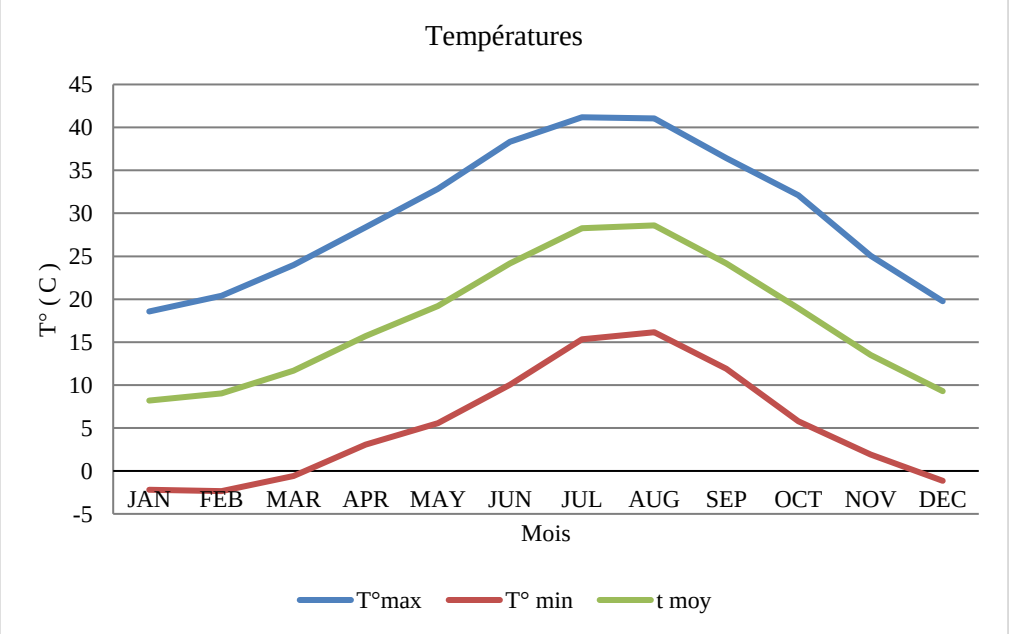


Figure 06 : Courbes représentant la température Moyenne maximale minimale mensuelle de la région Barrage Ghrib (2010. 2021)

2.6.2. La précipitation

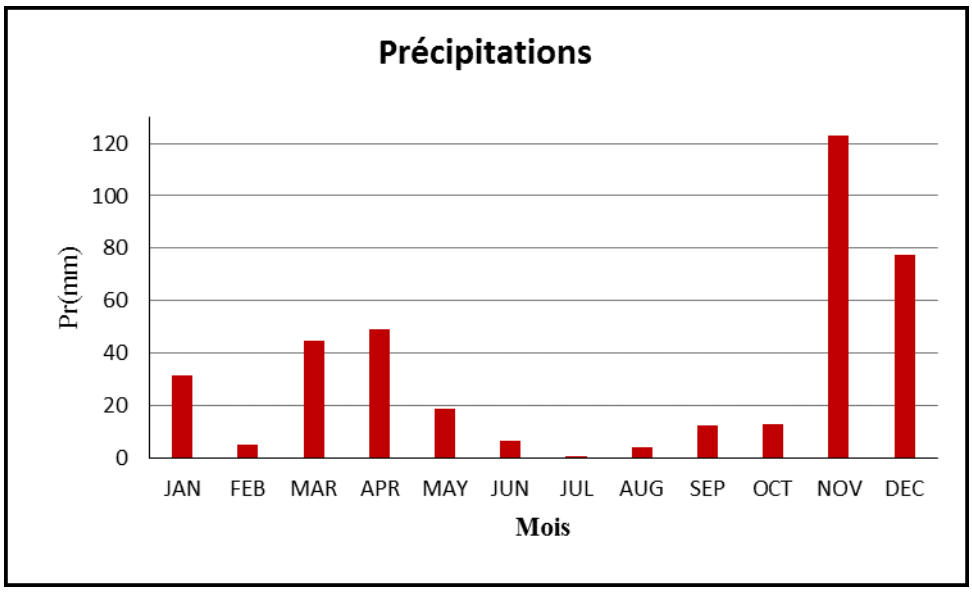


Figure 07 : Histogramme représentant les précipitations de Barrage Gherib pour la période 2010_2021

D'après l'analyse de diagramme de précipitations on observe que la moyenne annuelle des précipitations qui calculée durant 10 ans (2010_2020) est égale à 386.8mm/an.

La période pluvieuse étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'avril avec Maximum pluviosité de 123 mm/an au mois de novembre et les mois de juin juillet et aout sont les plus sec de 0.47 mm/an.

- Pour estimer rapidement l'influence des principaux éléments du climat, divers systèmes sont proposés. Les plus utilisés en région méditerranéenne sont : le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et le climagramme pluviométrique d'EMBERGER.

- **Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :**
  Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, ou sont portés en abscisses les mois, en ordonnées la précipitation (P) et les températures (T).selon les mêmes auteurs, cette convention résulte des observations de nombreux écologistes qui estiment qu'une période est considérée comme biologiquement sèche si $p < 2T$ avec **(DJILI, 2019).**

T= (*M*+*m*)/2

T : température moyenne mensuelle (C°)
p : moyenne annuelle de la précipitation (mm)
M : température moyenne des maxima du mois le plus chaud (C°)
M : température moyenne des minima (C°)

❖ Nous avons établi le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS etGAUSSEN, pour le site étudie (figure 07).

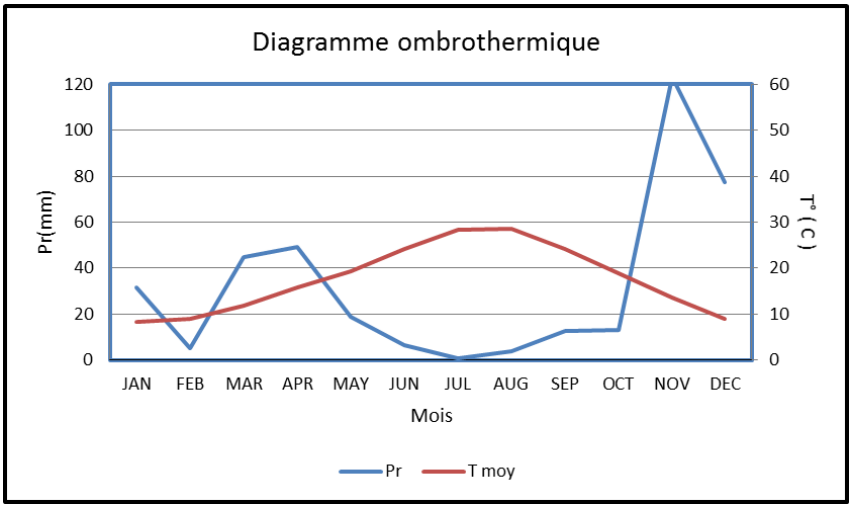


Figure 08 : Diagramme ombrothermique de barrage Ghrib (2010_2021)

A partir ombrothermique, on fait ressortir deux périodes :

❖ Une période de sècheresse estivale s'étend du mois de mai jusqu'à le mois d'octobre pendant 6 mois et deux périodes de diagramme humide s'étend du fin mois d'octobre jusqu'à le mois de avril avec une durée de 7 mois.

2.6.3. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER :

Le climat gramme d'EMBERGER permet la classification des différents climats méditerranéens. Ceux-ci sont caractérisés par des saisons thermiques nettement tranchées et par une pluviosité concentrée sur la période froide de l'année. L'été est la saison sèche. EMBERGER (1955) établit le climat gramme pluviométrique et définit le bioclimat d'une région suivant la relation (**DJILI ,2019) :**

Q**2** = $\mathbf{2000}\boldsymbol{P}/\boldsymbol{M}\mathbf{2} - \boldsymbol{m}\mathbf{2}$
Q2 : Quotient Pluviométrique d'EMBERGER.
P : Moyenne Annuelle de la précipitation (Mm)
M : Moyenne des Maxima du mois le plus Chaud (K°)
m : Moyenne des Minima du mois le plus Froid (K°)

M et m sont exprimé en degré centigrade à partir du Zéro absolu (273°) telle que :

T°k = T°C+273.15 pour éliminer les nombres négatifs.

D'après les résultats obtenus, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'EMBERGER, la valeur obtenue est de**Q2= 30.37** Avec : **M = 41.18 °C** et **m = -2.35°C**

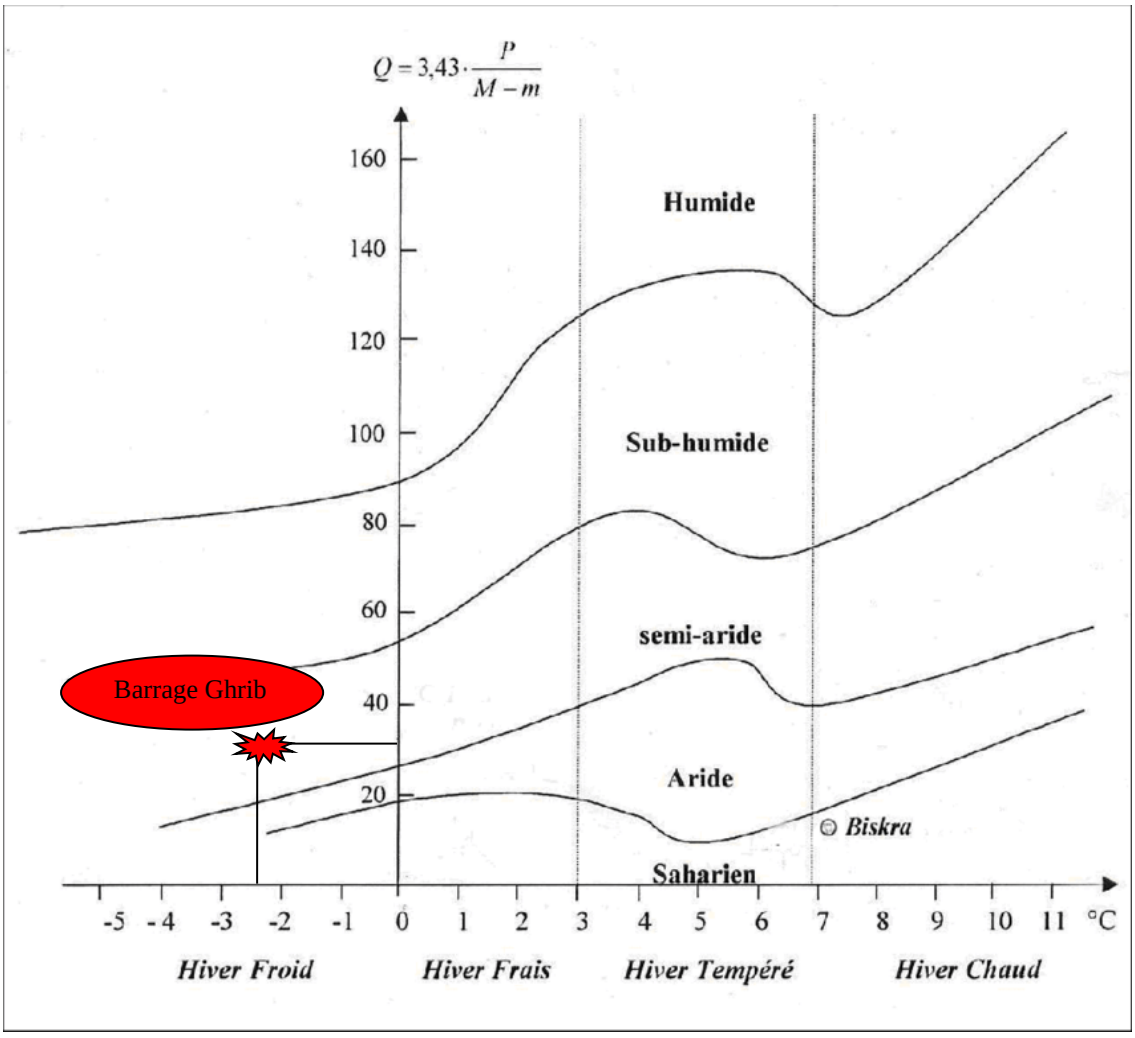


Figure09 : La position de la station d'étude sur le Climagramme d'Emberger

Avec une valeur de Q2 égale à 30.37 et une température m de -2.35 °C la zone de Barrage Ghrib est située dans l'étage bioclimatique semi- aride à hiver Froid.

2.7. Biodiversité et écologie

2.7.1. La faune et la flore :

2.7.1.1. Végétation :

Le barrage est situé dans une régie très boisée ou la couverture végétale est très dance. Cette végétation est constituée de deux types de formation :

- Une partie tellienne d'une superficie de 2800km² couverte de pin d'Alep (*pinus halepensis*), d'Eucalyptus (Eucalyptus *gomphocephala*) et de peuplier blanc (*populus alba*)
- L'autre est la partie des hauts plateaux algériens couvrant 20 500 Km², plate et dénudée, couverte d'une végétation steppique, de maigres pâturages et d'Alfa **(TANDGAOUI ET SAOUDI, 2020**)

2.7.1.2. La Faune :

le barrage est caractérisé par une grand diversité animal dans le bassin versant on notons des nombreux espèces comme :Serpent Canard colvert, Corbeaux, Moineau, Busard des roseaux, Balbuzard, pécheur, grèbe huppé, grèbe castagneur, cormoran, hérisson, Grand héron cendré, Goéland, Foulque macroule, Grand aigrette, Poule d'eau, Canard souchet, Lézard.

2.8. Action Anthropique

Le barrage du Ghrib revêt d'une importance au développement de la région agricole du Chéliff, cependant il figure parmi les barrages les plus envasés en Algérie.

2.9. Utilisation de barrages Ghrib :

- Alimentation en eau potable des villes Médéa, Berrouaghia, et Oued chorfa.
- Irrigation du périmètre Haut Cheliff.

Chapitre 03 : Station de traitement des eaux du barrage de Ghrib

Chapitre 3 : Station de traitement des eaux du barrage de Ghrib

3.1. Présentation de la zone d'étude (barrage du Ghrib)

Le barrage du Ghrib, exploité par l' agence nationale des barrages et transferts, permet d' alimenter d' Alger en eau potable et d' irriguer les plaines du haut et du bas Chellif. Le barrage du Ghrib est implanté sur l'Oued Cheliff à 70 Km au sud ouest de la ville d'Ain Defla.



Figure 10 : barrage Ghrib (Photo original 2022)

3.2. Présentation de la station de traitement des eaux potable du Ghrib.

3.2.1. Situation géographique :

La station de traitement se trouvée à30km de la route nationale n°04 reliant Ain défila et le chemine de la wilaya n°18 Reliant Khemis Miliana –Berroughia, et située dans la localité de la ville de Ghrib (w.Ain défila) à 5km environ au nord D'est de la ville de Ghrib et à 30km environ au sud West de la ville de Médéa et à 40km environ au West de la ville Berroughia et à de environ au nord de barrage Ghrib.

Cette usine de traitement des eaux potable est conçue pour l'alimentation en eau potable de la ville Médéa, berroughia de puis 1984 jusqu'aujourdui.

3.2.2. Alimentation en eau brute :

La station de traitement est alimente à partir du barrage Ghrib.



Figure 11 : station de traitement des eaux du barrage Ghrib

3.3. La présentation des étapes de la station Ghrib :

3.3.1. La prise d' eau :

L' eau brute est prélevée dans la retenue au moyen de quatre électropompes flottantes loin de la station à 200m, ces groupes refoulent l' eau brute sur un bassin de régulation.

3.3.2. le bassin de régulation (stockage) :

L'eau brute est stockée au niveau du ce bassin pour distribuer dans les filières de traitement, ce bassin il est considéré comme un décanteur primaire qui permet d' éliminer certaines quantités des argiles et sable aspirés par les pompes, par décantation simple, d' une capacité de 1100m3.

- Premier filière : traitement pour pomper ver Médéa avec le volume 24000m3/jour.
- Deuxième filière : traitement pour pomper ver berroughia 12000m3/jour.



Figure 12 : le bassin de régulation

3.3.3. LES TRAITEMENTS EFFECTUEES (ETAPE III+ETAPE II):

3.3.3.1. Le bassin de mélange :

L'eau pré clarifiée arrivé graviter ment, du bassin de régulation, ver le bassin mélange ou se fait l'injection des produits chimiques comme l'hypochlorite de sodium pour le pré chloration, et l'injection du coagulant avec une agitation.



Figure 13 : le bassin de mélange

3.3.3.2. La Coagulation (EIII+ EII) :

La coagulation consiste dans la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives et crier des autres liaisons pour formation des floc. On utilise pour ce faire, réactifs chimiques nommés couagulatants (sulfate d'aluminium). Le procédé nécessite une agitation plus rapide imporantate.

- Nombre de bassin: 2 + 1
- surface: **2**×4m^2 + 4m^2
- volume unitaire: **2**×12 m^3 + 12 m^3



Figure 14: **Le bassin de Coagulation**

3.3.3.3. La floculation (EIII + EII):

Apres avoir été déstabilisées « déchargées » les particules colloïdales ont tendance a s'agglomérer, lorsqu'elles entrent en contacts les unes avec les autres, en micro floc puis en flocons volumineux et décanable. La floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité de rencontre entre les particules grâce à l'agitation du fluide se forme visqueux (polymère).). Le procédé nécessite une agitation moins rapide.

- Nombre de bassin: 6 + 3
- surface: **6**×4m^2 +**3**×4m^2
- volume unitaire**:** **6**×12 m3+ **3**×12 m3
- Type de floculation : polyélectrolite
- Pointe d'injection : 2éme bassin injection



Figure 15: La floculation

3.3.3.4. La Décantation (EIII + EII):

La décantation est une technique de séparation des matières en suspension à 90% et des colloïdes rassemblés en flocs Ver le centre de bassin .il contient de moteur et racleur à diamètre 18m. Au fond, il y a un trou qui conduit à l'élimination des restes(MES) au moyen d'une pompe de vidange.

- nombre de décanteurs: 2 + 2
- type : circulaire
- Diamètre **: 2**×6m + 2×4m
- volume d'eau**: 2**× 890m^3+ **2**× 460m^3
- surface**: 2**×194.3m^2 + **2**× 164.7m^2
- débit d'extraction des boues**:**
  23.5 m^3/h + 15 m^3/h



Figure 16 : la Décanteur

3.3.3.5.Filtration (EIII + EII):

La filtration est un porcidé destiné la séparation la plus complète possible entre l'eau et différent sortes de particules en suspension .la séparation s'effectue dans une masse granulaire, le reste 10% de MES éliminer par le filtre.

- Nombre de Filtres: 8 + 4
- langueur : 6m + 6m
- Largeur : 3m + 3m
- surface : 8×24,5m^2 + **4**×24,5m^2



Figure 17: le filtre de sable.

➢ **Lit Filtrant:**

Un lit filtrant, de granulométrie homogène et qui reste homogène après lavage.

- Type de lit: Monocouche gravitaire a ciel ouvert.
- Matériaux: Sable siliceux.
- Taille effective de matériau : comprise entre (0. 95 à 1.35) mm.
- La hauteur d'eau au-dessus du sable : h= 1.20 m.
- La hauteur du matériau filtrant homogène égale : 1m.

3.3.3.6 . Le Bassin de désinfection (Réservoir) :

L'eau filtrée et chlorée au moyen d'hypochlorite de sodium NaClO (eau de javel) à50° pour obtenir une désinfection. Cette salle composé deux bassin :

- d'hypochlorite de sodium **NaClO** : se forme liquide, et la dose tirée élevé.
- L'hypochlorite de calcium **Ca(ClO) 2** : se forme poudre.

- Les deux postes réglées à pompe spéciale.





Figure 18 : la salle de désinfection (deux poste /la pompe)

3.3.3.7.La salle de dosage (préparation) :

Touts les produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux sont préparés dans une salle spéciale appelée : salle de dosage.

- **Dosage de sulfate d' alumine :**

Elle est livrée dans des sacs sous forme de granulats, pour le dosage la préparation d' une solution aqueuse se fait par mélange des grains et de l' eau ; l' injection de la dose optimale moyenne de sulfate d' aluminium appliquée est déterminée après un essai de jar-test s' effectue directement dans le bassin de mélange.





Figure 19: Dosage de sulfate d' alumine.



Figure 20 : sac de sulfate



Figure 21: d' alumine et jar-tes

Dosage de polymère :

L'injection s' effectue directement dans le bassin de floculation (agitation moyenne) ; de la dose optimale de l' injection appliquée est déterminée après un essai de jar-test.



Figure 22 : Dosage de polymère.

❖ **Dosage d'hypochlorite de sodium (eau de javel):**

Elle est livrée sous forme liquide, l'injection de l'hypochlorite de soude dans l'eau pour la pré-chloration se fait après la mesure de la turbidité et pour la désinfection par un essai de demande en chlore.

3.4. Laboratoire de station de traitement des eaux.

Est un petit laboratoire pour faire l'analyse physico-chimique des eaux, qui permet l'évaluation le paramètre suivent : la température, le PH, la conductivité, le calcium, chlorures, nitrate…



Figure 23 : Jar-test

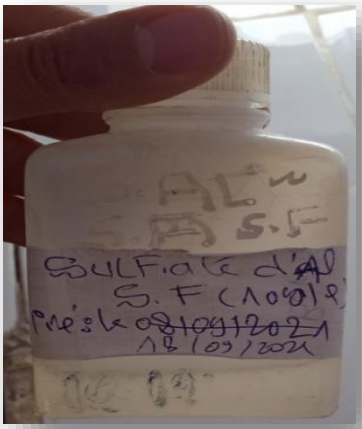


Figure 24 : Les produits chimiques



Figure 25 : Turbidimètre



Figure 26: Spectrophotomètre



Figure 27 : Multi-paramètre



Figure 28 : Balance



Figure 29 : Titra métrique



Figure 30 : Etuve de bactériologie

❖ **Les problèmes de station** :

- Problème de carbonate de calcium.
- conductivité Elevée.
- Sulfate Elevée.
- problèmes de l'eutrophisation (les algues non toxiques).

Chapitre 4 : MATÉRIEL ET METHODE

Chapitre 4 : Matériel Et Méthodes

4.1. Récoltes des données :

Les données climatiques sont recueillies sur un période de 2014 à 2022 à un rythme mensuelle issu Tutiempo 2022.Pour les données physico-chimiques et biologiques de l'eau du barrage de Ghrib nous avons utilisé les données issues d'ADE sur une période allons de 2020 à 2022 avec un rythme mensuel. D'autre part, nous avons utilisé des données issues de la recherche bibliographique.

4.2. Présentation et description des données

4.2.1. Paramètres physico-chimiques

4.2.1.1. Paramètres physique

a) Température

La température à une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielle, les eaux souterraines gardent généralement, une fraicheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres.

L'eau de boisson a une bonne fraicheur si sa température varie entre 9et12°C.

Une température élevée des eaux dans le réseau de distribution peut être à la base d'un développement planctonique important dans les conduites ou d'une sursaturation en gaz dissous. Susceptible de rendre les eaux blanchâtres.

b) Le potentiel hydrogène PH

Le PH ou le potentiel d'hydrogène est logarithme décimale de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène, II est inférieur ou supérieur à septe suivant que l'eau est acide ou ions ou basique. Le PH n'a pas de signification hygiénique mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau, pour les eaux naturelles, le pH est compris entre 6 et 8. Le PH est mesuré avec un pH-mètre.

c) La conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels. Une conductivité élevée, comme elle peut conduire à un entartrage des conduites si l'excès est dû aux ions de calcium.

d) turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en matières en suspension. Les eaux troubles chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons …) forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs.

d) Matières en suspension

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau, elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc.

Des teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique.

Les normes vigueur préconise que les matières en suspension doivent être absentes dans l'eau destinée à la consommation humaine.

4.2.1.2. Paramètres chimiques

- **Paramètres de minéralisation (Source : ADE 2022)**

a) Calcium :

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roche calcaire se forme carbonates.

Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium et généralement l'élément dominant des eaux potable, il existe sur tous à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorure, etc., les eaux des Pluies , de citernes n'en renferment que des traces.

Les eaux de bonne qualité renferment de250 à350 mg en CaCo3, les eaux qui dépassent 500 mg /l de CaCo3 présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

b) Magnésium:

Le magnésium est un des éléments les plus répondus dans la nature, il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre, élément indispensable pour la croissance il intervient comme élément plastique dans l'ose et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau .a partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujet sensible, le magnésium donne un gout désagréable à l'eau.

c) Chlorures :

L'eau contiens presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable .II peuvent avoir plusieurs origine :

- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eaux marinées dans la nappe phréatique.
- Activité humines et industrielles.

Une présence excessive de chlorures dans l'eau, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plante .Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution.

d) Sulfates :

Les sulfates sont rencontrés sous forme de sulfates magnésiens et /ou calcique dans les eaux dures. A forte concentration,ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez l'enfant), ils peuvent aussi conférer à l'eau un gout désagréable.

e) Résidus Sec :

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination des résidus sur l'eau filtre permet d'évaluer lateneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total, si l'eau et filtre préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

f) O2 dissous mg/l :

L'oxygène toujours présent dans l'eau, n'est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.
La teneur de O2 dans l'eau dépasse rarement 10mg/l, elle est fonction de l'origine de l'eau : les eaux superficielles pouvant en contenir des quantités relativement importante proche de la saturation ; par contre, les eaux profondes n'en contiennent que quelque mg/l. l'eau saturée d'air à20°C et sous la pression normale contient 9.1mg/l d'oxygène.

- **Les Paramètres de pollutions**

a) Nitrates

Les nitrates constituent un nutriment pour le phytoplancton ; toutefois la forme ammoniacale est préférentiellement assimilée à la forme nitrique par ces organismes, contrairement aux macrophytes **(BARROIN ET AL.1996).**

b) Phosphate

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol : leur présence dans les eaux naturelle et liéea la nature des terrains traversée est la décomposition de la matièreorganique.

Le phosphore joue un rôle important dans la développement des algue :il est susceptible de favorisée leur multiplication dans les réservoirs des grosse canalisations est les eaux des lac , où il contribue à l 'eutrophisation.

c) Métiers Organiques

Les métiers Organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale Ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des métiers Organiques est. de favoriser l'apparition de mauves gouts qui pour rontétre exacerbés par la chloration.

d) Ammonium

Cette forme d'Azote est assez souvent rencontrée dans les eaux est traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la MO.

Certaines eaux profondes peuvent être riche en azote ammoniacal sons être pour cela nécessairement des eaux polluées .dans ce cas, l'Ammonium (NH+4) peut provenir d'une dénitrification biochimique due aux micro-organismes réducteurs.

Par contre, si l'Ammonium est trouvée dans une eau de surface (rivière, lac) ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde, son origine doit être recherchée dans les déjections animales .En générale l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrite et nitrate par oxydation.

e) Demande Biochimique en oxygène(DBO)

De la dégradation des Mo polluantes, sous l' action de microorganisme observé dans les phénomènes d' auto épuration des eaux superficielles, il en résulte une consommation

d' oxygène qui s' exprime par la DBO, il a été conventionnellement retenu d' exprimer la DBO en mg d' oxygène consommé pondant 5jour à20° C.

f) Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO correspond à la teneur de l' ensemble des MO biodégradables ou non. Elle s'exprime par la quantité d' oxygène fournir par le bichromate de potassium nécessaire à l' oxydation des substances organiques.

- **Les Métaux**

a) Le Fer

Très répondu, le fer se classe au 4° rang des éléments de la croute terrestre. Il est largement utilisé dans la métallurgie et se utilisation secondaire dans la chimie sont très variées.
Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'a 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine lixiviation des terrains traversée ou les pollutions industrielles. Ce métal à l' état ferreux est assez soluble dan l' eau ;il précipite à la suite du départ de l' anhydride carbonique et par oxydation à l' air. Le fer de l' eau ne présente certes aucun inconvénient de point de vue physiologique, mais des teneurs très importantes sont considérées comme indésirables.

b) Le Manganese :

Le manganèse est. Assez répandu dans la nature, présent dans l'eau peut s'y trouver, à des valences différent (2.3et 4), à l'état soluble Ouen suspension Ou sous forme de complexes; sa solubilité dépend du PH, de oxygène dissous, de la présence d'agents complexant.

4.2.2.. Les paramètres Biologiques :

4.2.2.1. Coliforme

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques. (**RODIER .2009)**

Selon ISO (l'Organisation internationale de standardisation) .*Les coliforme* correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de fermenter le lactose. (**RODIER .2009)**

4.2.2.2. Coliformes fécaux ou de coliformes thermo-tolérants

correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des

coliformes) après incubation à la température de 44 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend entre autres les espèces suivantes : Citrobacterfreundii, Citrobacterdiversus, Citrobacteramalonaticus, Enterobacteraerogenes, Enterobactercloacae, Escherichia coli, Klebsiellapneumoniae, Klebsiellaoxytoca, Moellerellawisconsensis, Salmonella, Yersinia enterocolitica. (**RODIER.2009)**

4.2.2.3.Coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C **(HAMED, 2012).** Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels **(LEYRAL, ET AL, 2002).**

4.2.2.4.Streptocoques fécaux (37°C) :

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène **(BERNE,1972)**

4.2.2.5. Clostridium sulfito-réducteur :

En dehors des streptocoques fécaux et E. coli qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les clostridiums sulfito-réducteurs représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, ils sont résistants aux conditions défavorables grâce à la sporulation, ils sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, Gram positif réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile. **(Source : ADE 2022).**

4.2.2.6. Germes totaux à 22°C et 37

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibrion cholérique responsable du choléra **(LEYRAL, ET AL, 2002).**

4.2.2.7. Chlorophylle a

- La chlorophylle est un pigment qui colore en vert la plupart des feuilles des végétaux et absorbe la lumière utilisée par la photosynthèse. La chlorophylle a absorbe les rayonnements

violets et orange-rouge du spectre solaire et réfléchit la lumière verte et jaune (d'où sa couleur). La chlorophylle a représenté 75% de la chlorophylle des plantes vertes, elle est le paramètre le plus couramment prisen compte pour l'évaluation de la biomasse végétale planctonique dans les eaux**. (Source : ADE 2022)**

4.2.3. Les paramètres climatiques

4.2.3.1. La température :

La température de l'air est le principal élément de l'ambiance atmosphérique qui permettent la vie sur la terre sans protection, la température la l'air se mesuré a l'aide d'un thermomètre a mercure ou un thermographe enregistreurs. (Manuel des coures de climatologie ; **(ELKHATRI , 2003)**

4.2.3.2. Les précipitations :

Regroupe les différentes formes sous les quelles l'eau solide (neige), liquide (pluie) et la forme gazeuse (brouillard, rossé) contenue dans l'atmosphère se dépasse à la surface du globe. **(ELKHATRI, 2003)**

4.2.3.3. Le vent :

Le vent est un déplacement d'air provoqué par une différence de pression d'un lieu a d'autre. Habituellement ou donne sa direction qui indique le lieu d'où provient l'air ambiant, et sa vitesse, qui agit en combinais ou avec les autres éléments du climat. **(ELKHATRI, 2003).**

4.3. Les méthodes d'études de la qualité de l'eau

4.3.1. L'analyse physique des eaux :

4.3.1.1. Détermination de 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**.**

4.3.1.2. Mesure du potentielle hydrique (PH) par la méthode électro-métrique :

- La présente méthode d'essai a pour objet de décrire une méthode électro -métrique pour la détermination du pH de l'eau**. (Source : ADE 2022)**

4.3.1.3. Détermination de la Conductivité :

La présente méthode d'essai a pour objet de décrire une méthode électrique pour la détermination de la conductivité des eaux.

- La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution.. **(Source : ADE 2022)**

4.3.1.4. Turbidité

L'objet de la présente est de décrire la mesure de la turbidité.

- La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs …). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode. (**Source : ADE 2022)**

4.3.1.5. Matières en suspension :

L'objet de la présente est de décrire la détermination des matières en suspension exprimée en mg/l par :

- Méthode de centrifugation et séchage à 105 °C
- Méthode de filtration sur filtre en fibres de verre.

4.3.2. L'analyse chimique des eaux

4.3.2.1. Dosage du Calcium par Titrage a l'EDTA :

Cette méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage de calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA. Titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murex ide, qui forme un complexe rose avec le calcium .Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

4.3.2.2. Dosage de Chlorures –titrage au nitrate d' argent avec du chromate de potassium (Méthode de MOHRE):

L'objet de la présente prescrit une méthode titrimétrique pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau (méthode de MOHRE).

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement .Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

4.3.2.3. Dosage de Sulfates

L'objet de la présente est de décrire la détermination des sulfates par spectroscopie

Principe

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :

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

4. 3.2.4. Détermination Résidus Sec :

La présente méthode d'essai a pour objet la description des méthodes de détermination des résidus secs dans les eaux à 100-105°C et à 175-185°C.

- Evaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu **(Source : ADE 2022)**

4 .3.2.5.Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire :

Cette méthode d'essai a pour objet le dosage spectrométrique des nitrates par la méthode au salicylate de sodium. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique**. (Rodier , 1978)**

4.3.2.6 .Détermination du phosphore par spectrométrie à l'aide de molybdate D'ammonium

L'objet de la présente est de décrire la mesure des ortho phosphates par spectrométrie.

C'est une réaction des ions ortho phosphates avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-Phosphomolybdate.

4.3.2.7.Dosage de l'ammonium par spectrométrie a l'aide de salicylate de sodium

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium dans les eaux potables, eaux brutes, et eaux résiduaires.

4.3.2.8. Métiers Organiques

La méthode décrit la détermination de l'indice de $KMnO_4$, ou « oxydabilité », permettant d'évaluer la contamination en matières organiques et matières inorganiques oxydables dans des eaux peu ou moyennement polluées.

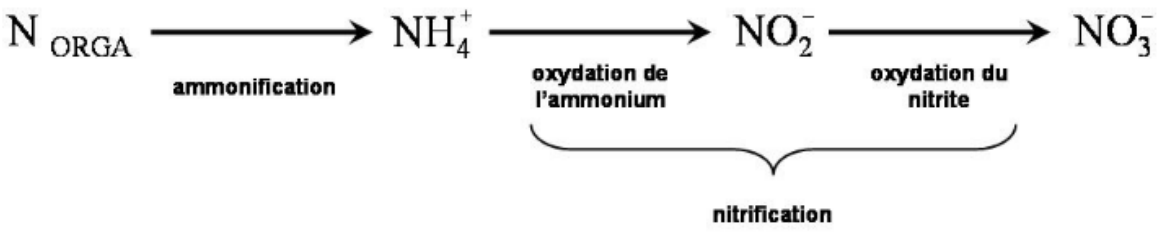
Oxydation par excès de KMnO4 en milieu acide et à l'ébullition des matières organiques contenues dans l'échantillon, réduction du KMnO4 par l'oxalate de sodium et titrage en retour de l'excès de l'oxalate de sodium par le permanganate**.(Source : ADE 2022)**

4.3.2.9. Dosage des nitrites par spectrométrie d'absorption moléculaire

L'objet de cette présente méthode décrit le dosage des nitrites dans les eaux par spectrométrie d'absorption moléculaire.

Cette méthode est applicable dans toutes les eaux. Les teneurs en ammonium peuvent être déterminées sans dilution pour des échantillons dont les concentrations se situent entre 0,02 et 0.8 mg/l d'azote nitreux (NO_2^-).

L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2, la formule de l'ion nitrite est NO_2^-.



4.3.2.10. Dosage de fer par spectrométrie à la phénantroline :

La présente méthode d'essai spécifie une méthode spectrométrique à la phénantroline pour le dosage du fer dans l'eau .Addition d'une solution de phénantroline-1.10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510 nm. Le

complexe fer (II- phénantroline-1.10 est stable dans l'intervalle de pH de 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du fer. **(Source : ADE 2022)**

4.3.2.11. Détermination de l'alcalinité titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions :

La présente méthode d'essai a pour objet de déterminer l'alcalinité d'une eau par la mesure du titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC).L'opération est effectuée en utilisant un pH-mètre, une burette ou un dosimat .Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaires pour neutraliser, aux niveaux de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser.la première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), La seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC). **(Source : ADE 2022)**

4.3.2.12. Dosage la somme du calcium et magnésium par méthode titrimétrique a L'EDTA (TH) :

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau. Titrage par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) à un pHde 10. L'indicateur utilisé est le noir Erichrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium.Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu. **(Source : ADE)**

Détermination de manganèses par spectrométrie d'absorption moléculaire a la formaldoxime

L'objet de la présente est de décrire la mesure.C'est une réaction des ions manganèses avec une solution de formaldoxime susceptible de former un complexe rouge orangé mesurable à la longueur d'onde de 450 nm dans un domaine de *p*H situé entre 9.5 et 10.5. **(Source : ADE 20022)**

4.3.2. L'analyse bactériologique

4.3.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux:

« Source : ADE 2022- Norme NF EN ISO 9308-1 »

Principe :

Filtration d'une prise d'essai de l'échantillon homogénéisé sur une membrane stérile qui retient les organismes ; transfert de la membrane soit sur un milieu de culture sélectif de gélose lactosée, soit sur un tampon absorbant saturé d'un milieu liquide sélectif contenant du

lactose. Incubation de la membrane pendant 24h à 36 ±2°C, pour la recherche d'organismes coliformes, soit à 44 ±4°C pour la recherche d'organismes thermo tolérants.

Comptage direct des colonies caractéristiques formées sur la membrane ; culture de certaines de ces colonies pour essai de confirmation pour la production de gaz et d'indole. Calcul du nombre d'organismes coliformes, d'organismes coliformes thermo tolérants et d'Escherichiacoli présumés susceptibles de se trouver dans 100 ml d'échantillon.

Technique en milieu solide (Colimétrie par filtration) :

La Colimétrie par filtration est une méthode rapide, simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 µ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

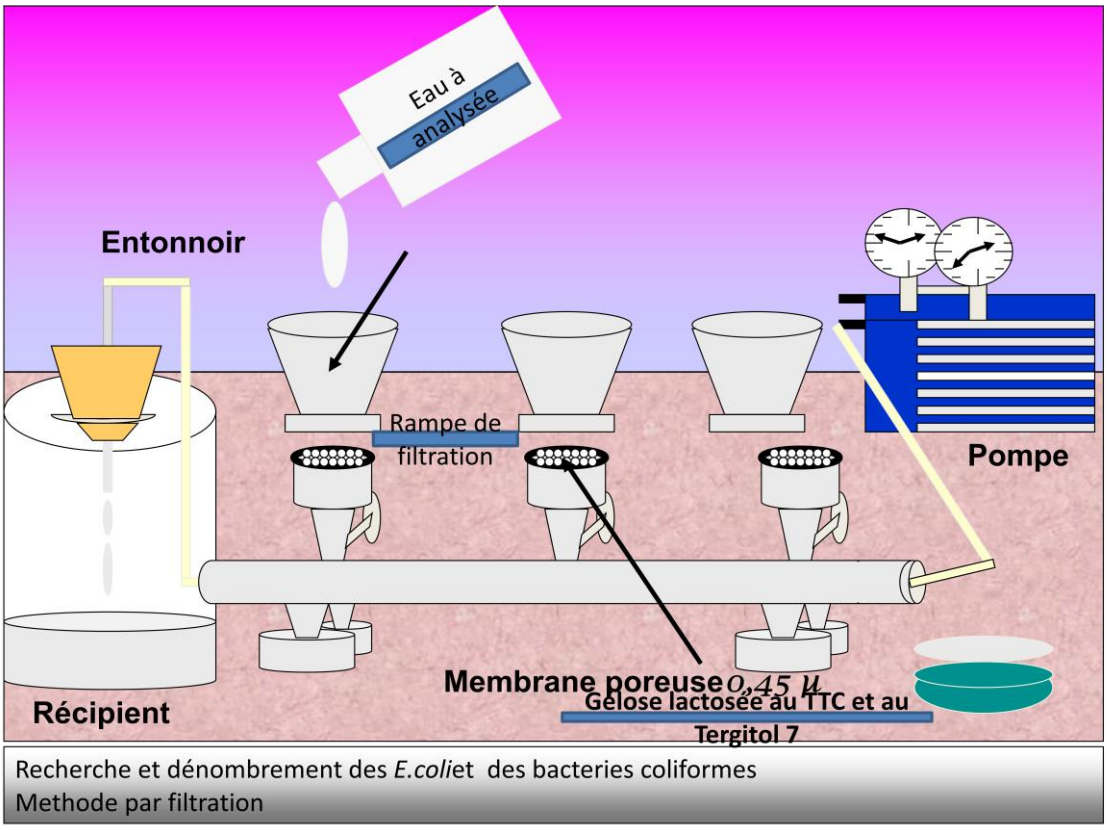


Figure 12 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux méthode par filtration

- **Recherche de coliformes fécaux :**
  - Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
  - Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
  - Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boite de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
  - Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux.

Lecture et interprétation

- **Bactéries coliformes :**

Incuber les boîtes de Pétri à l'envers en atmosphère saturée d'humidité à 36°C ± 2°C pendant 18 à 24 heures.

- **Coliformes thermorésistants :**

Incuber les boîtes de pétri à l'envers en atmosphère saturée d'humidité à 44°C ± 0,5 °C pendant 18 à 24 heures.

Examiner les membranes et considérer comme positives toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration jaune à centre orangé ou rouge brique avec un halo jaune dans le milieu sous-jacent à la colonie.

3.3.2.2.Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux:

«Source : ADE2022- Norme ISO 7899-2 »

Principe

- Ce milieu contient un critère de différenciation : le TTC qui lors de sa réduction donne une coloration des bactéries en rouge.
- Il contient un inhibiteur des Gram (-), qui sélectionne les Streptocoques : l'azide de sodium.

Milieu utilisé

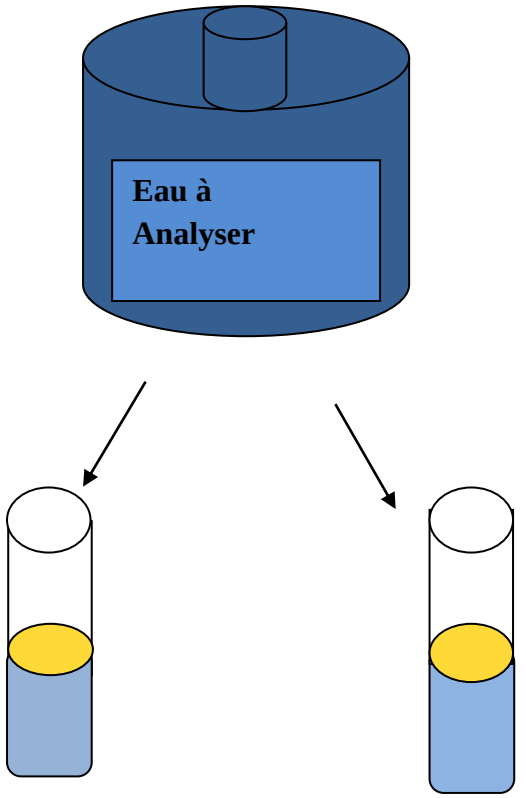
- Le milieu de dénombrement des streptocoques en microbiologie alimentaire est **la. gélose SLANETZ**Son emploi est surtout réservée aux eaux, après filtration.

4.3.2.3. Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteur

Porter dans deux tubes 10 ml de l'échantillon à analyser (figure N°10), Elaborer pour les deux tubes un chauffage à 80°C, pendant 10 minutes ; puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs).

Compléter ensuite chacune des tubes avec environ 15 ml de gélose viande foie (VF+ alun de fer et sulfite de sodium) (voir l'annexe N°3) et mélanger avec précaution.

Laisser solidifier, puis incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation.(**HAMED et all ,2012)**



Chauffage à 80°C, 10 minutes
Refroidissement brutal sous l'eau de robinet



Ajouter environ 15 ml de gélose VF fondue puis refroidie à 45 °C
Laisser solidifier puis incuber à 37°C, 16-24 puis 48 heure



Présence des *Clostridium sulfito-Réducteurs*

Figure N°13: Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteurs* dans l'eau brute

4.3.2.4. Recherche des germes totaux :

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définie comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites (**RODIER,1996)**

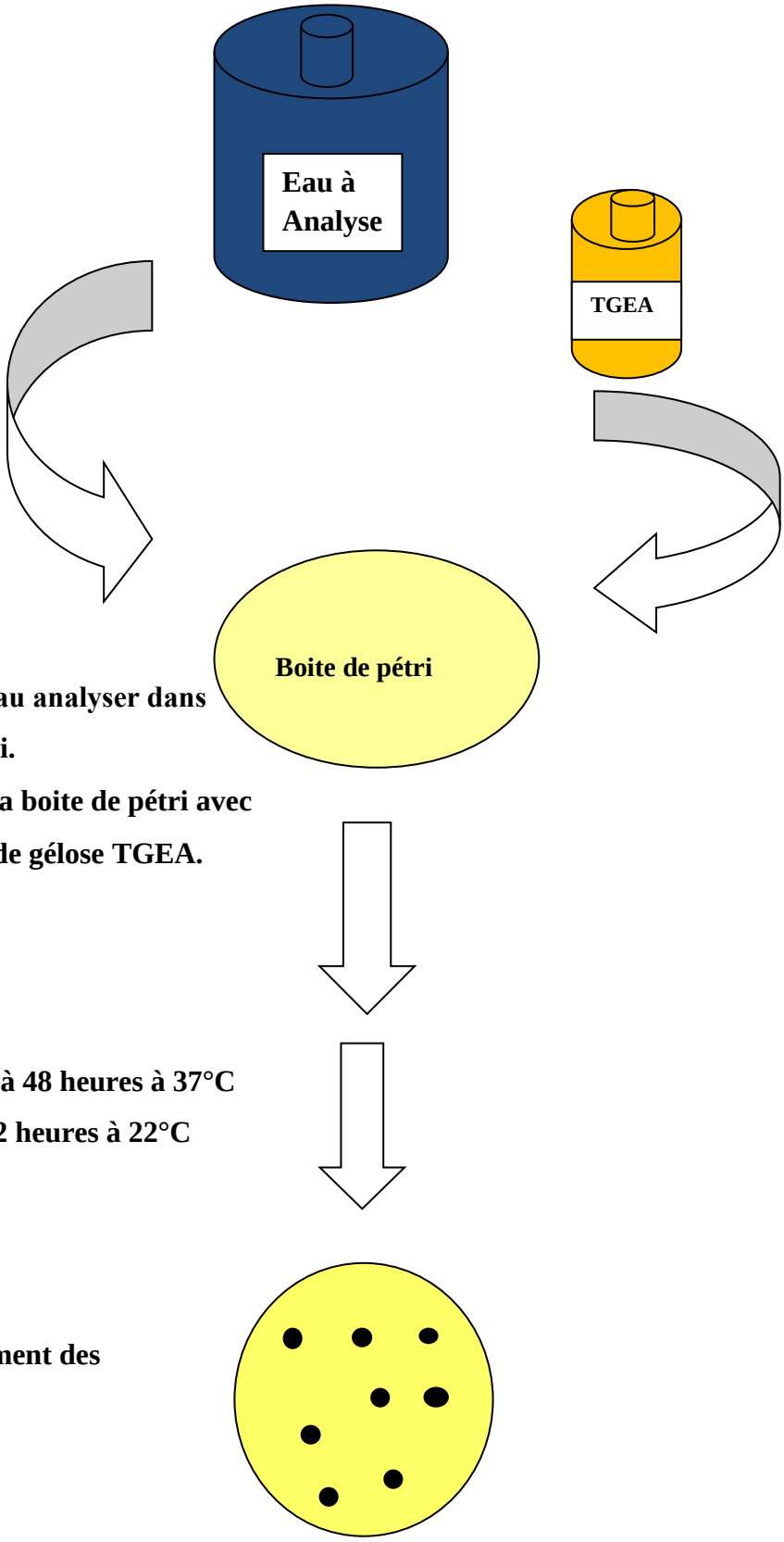


Figure N°14: Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau brute

4.3.2.5. Dosage de la chlorophylle a et d'un indice Pheopigments méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire

Principe

- Filtration de l'échantillon sur membrane afin d'isoler et de concentrer le plancton végétal.
- Extraction par l'acétone à 90 % (V/V) de chlorophylle a et des Pheopigments.
- Mesure de l'absorbance de l'extrait à des longueurs d'ondes spécifiées.
- Calcul des concentrations en chlorophylle a et en indice Pheopigments d'après l'équation trichromatique corrigée de SCOR-UNESCO.

4-4- Les Analyses statistiques :

4-4- Test de normalité :

En statistique, les tests de normalité sont utilisés pour vérifier si les données réelles suivent la loi normale. Un test de normalité est un cas particulier de test d'adéquation à appliquer à la loi de normalité. **(Lee Et Ng 2011).**

4-2- Test de Kruskal Wallis :

Le test de Kruskal-Wallis est utilisé pour déterminer la présence de valeurs statistiquement significatives. Ce test est l'équivalent non paramétrique de l'ANOVA unidirectionnelle et est souvent utilisé lorsque l'hypothèse de normalité n'est pas respectée. (**Ostertagová et al. 2014).**

4-3-L'Analyse en Composants Principales :

Utiliser quand on observe sur « n » individus, « p » variables quantitatives, regroupées dans une matrice (tableau) et « n » lignes (observations) et « p » variables (colonnes). L'objectif est représenté dans un plan projeté dans l'espace, les individus afin de déterminer les individus proches ou éloignés, regroupé en classe homogène.

Chapitre 5 : Résultats et Discussion

Résultats et Discussion :

5.1.Variations des données climatiques :

Le climat affecte la productivité des lacs en affectant les apports annuels d'eau et d'énergie, l'hydrologie et le renouvellement de l'eau dans les bassins versants, et le transport des nutriments et des sédiments dans les plans d'eau **(MOSS et al. 2005).** Climat détermine entre autres la température de l'eau, la durée de la période de croissance végétale, la direction et la force du vent, la pluviométrie et la stratification thermique du plan d'eau. La disponibilité en énergie solaire est un facteur important du contrôle de la productivité phytoplancton**.(DJELITA , 2015)**

5.1.1. Les variations annuelles des paramètres climatiques :

La température est un facteur écologique important dans l'environnement, affecte la densité de l'eau et joue un rôle fondamental dans la stratification des lacs **(GAUJOUS,1995).** Les précipitations sont l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du couvert végétal et l'alimentation des nappes phréatiques et des cours d'eau, et peuvent également contribuer à la détérioration du milieu naturel par l'érosion.

Selon les résultats obenus **(tableaun n°03),** les valeurs des températures (Tm, Tmax et Tmin) sont presque stable durant la période d'etude**(tableau n °03).** Les précipitation caractérisées par une variabilité d'une année à l'autre, elles diminuent durant les deux dérnières années. Pour les variations du vents moyens, , elles sont importante au niveau de la station Ghrib . D'autre part, l'humidité varie d'une année sur l'autre.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis montre que tous les paramétres climatiques sont statistiquement stable, ils n'ont aucun changement significatif selon les années (le test statistique des variables révèle une différence non significative à p-value > 0.05**, (tableau n ° 03).**

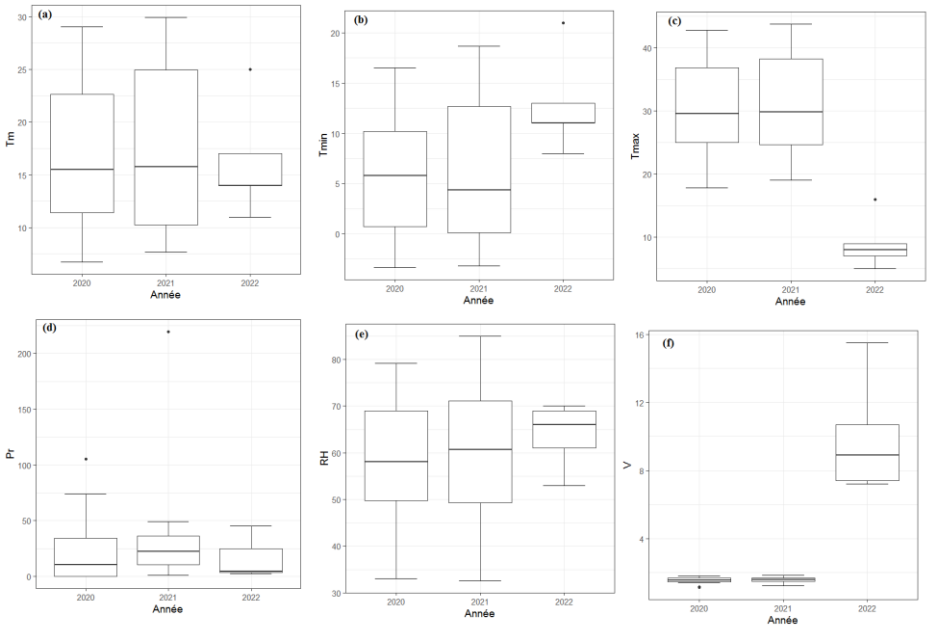


Figure 44 : **Les variations annuelles des paramètres climatiques**

5.1.2. Les variations mensuelles des paramètres climatiques :

Au mois d'août, la température moyenne est de 26,9°C. Août est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 11,8°C à cette période. Des précipitations moyennes de 3,260 mm font du mois de juillet le mois le plus sec.

En novembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 105mm. Le mois le plus venteux est juillet, avec une vitesse moyenne du vent de 11,457 m/s, le mois le plus calme est Décembre avec une vitesse moyenne de 8,343m/s.

Pour les variations mensuelles de La pression atmosphérique au niveau de la mer, l'humidité relative, le brouillard, la tempête et la bruine sont caractérisé par des variations d'un mois par rapport á l'autre.

Selon Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis les paramètres : la visibilité moyenne et la tempête n'ont marqués aucun changement significatif selon les mois (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p > 0,05$). Par contre les paramètres température, la pression atmosphériques, l'humidité relative, les précipitations, le vent, la bruine et le brouillard ont vécu un changement significatif selon les mois (le test statistique des variables révèle une différence significative à p-value < 0,05).

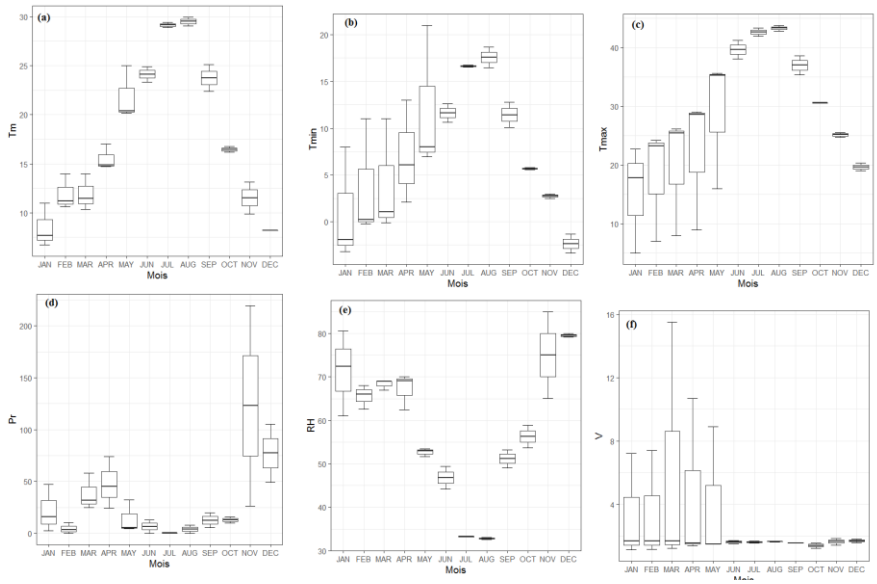


Figure 45: Les variations mensuelles des paramètres climatiques

5.1.3. Les variations saisonnières des paramètres climatiques :

La saison connaissant le plus de précipitation sur la période est l'hiver 114,46 mm et La saison la plus sèche est enregistré en été 1,600 mm. La saison la plus chaude au niveau de barrage de Ghrib est l'été et la saison la plus froide est l'hiver. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis la visibilité moyenne, la tempête, le brouillard et la vitesse maximale du vent ont enregistré aucun changement significatif selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p > 0,05$). Par contre la température moyenne, la pression atmosphérique au niveau de la mer, l'humidité relative, les précipitations, le vent et la bruine ont marqué un changement significatif selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence significative à $p < 0,05$).

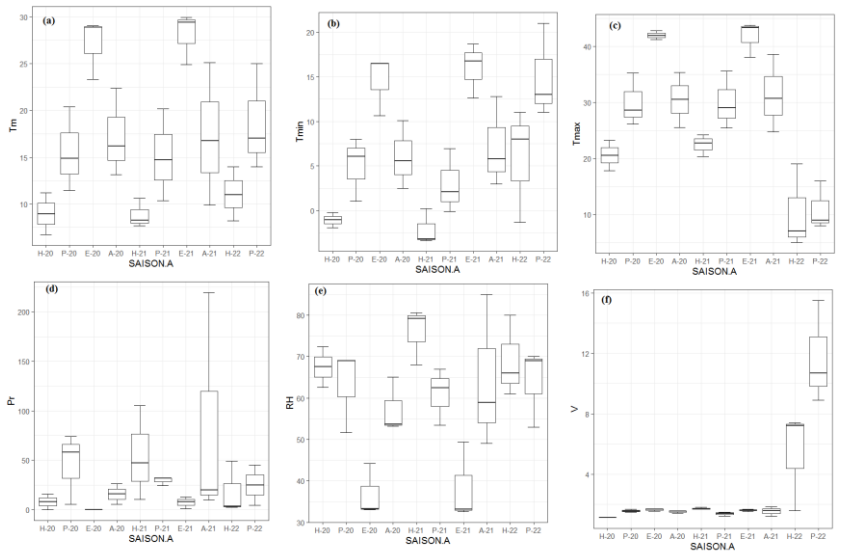


Figure 46 : Les variations saisonnières des paramètres climatiques

Tableau N°03 : Résulta Statistique De Paramètre Climatique

Statistique	Pr	RH	Tm	T max	T min	V
Moyennes ± erreur	29.448±8.242	59.492±2.749	17.053±1.366	27.231±2.124	7.227±1.301	2.978±0.647
Test de Shapiro-Wilk (p-value)	0.000000315	0.1629	0.03339	0.1965	0.3061	0.00000001855
Test de Kruskal-Wallis (p-value) //Années	0.3824		0.9954			0.002387
ANOVA (p-value) //Années		0.7122		0.00003247	0.1477	
Test de Kruskal-Wallis (p-value) //Mois	0.04705		0.005761			0.9949
ANOVA (p-value) //Mois		0000002909		0.008692	0.01089	
Test de Kruskal-Wallis (p-value) //Saisons	0.1196		0.01787			0.01273
ANOVA (p-value) //Saisons		0.001849		0.0000005577	0.0002139	

5.2. Relation entre les paramètres climatiques :

Il ya une corrélation positive est significative entre l'humidité est la précipitation les températures alorqu'elle est statistiquement significative est négative entre les températures, précipitation, l'humidité.

Tableau n° 04: Matrice de corrélation de paramètre climatique

paramètre	Pr	RH	Tm	T max	T min	V
Pr	1.0000					
RH	0.6231	1.0000				
Tm	-0.4411	-0.9297	1.0000			
T max	-0.1821	-0.7169	0.6994	1.0000		
T min	-0.3946	-0.7820	0.8954	0.3292	1.0000	
V	-0.0726	0.1566	-0.0419	-0.6760	0.3517	1.0000
P-value		5%			10%	

5.3.Analyse en composantes Principale :

Pour les 12 variables climatiques étudiées, seules les deux premiers axes sont explicatifs. Les projections se feront sur ces deux axes qui portent 85% de l'information.

Selon l'axe 1 **(F147 :58,51%),** on distingue deux groupes, le premier groupe représenté par les températures de l'air (M, T et m), la tempête et la visibilité moyenne qui sont fortement corrélées positivement et qui caractérise les années 2020jusqu'à 2022. Le deuxième groupe est représenté par l'humidité relative, la pression atmosphérique et le brouillard qui sont dans la partie négative.

L'axe 2 **(F47 :27,22%)** explique une forte relation entre la bruine, le vent (valeur moyenne) et le vent (valeur maximale) dans la partie positive. le deuxième groupe représenté par les précipitations dans la partie négative, on constate que le premier groupe est négativement corrélé au second groupe.

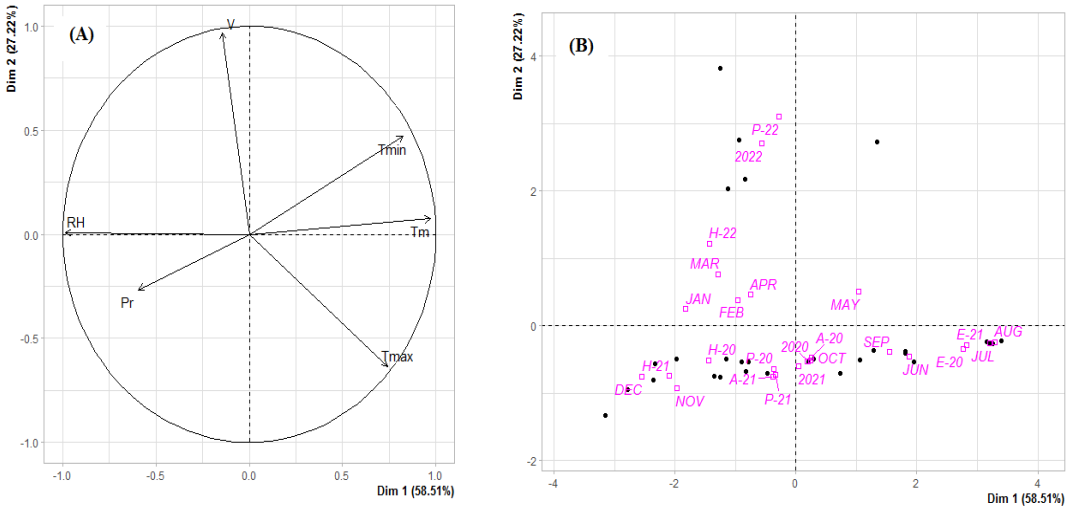


Figure 47 : Analyse en composantes Principale des paramètres

5.4.Variations des paramètres physico-chimiques :

5.4.1. Paramètres physiques :

5.4.1.1.Les Variations annuelles

Les variations annuelles nous donnent un aperçu général de ces teneurs moyennes tout au long des trois années (2020/2022) étudiées (tableau05).

- On observé dans le paramètre de couleur présente une moyenne générale est égale

56.45 plus ou moins 7.12 erreur. pour ce paramètre on remarque que il y à une fluctuation sur évolution de distribution annuelle de ce paramètre, il remarque une déférence au niveau de moyenne.

Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk de couleur > 5% donc en applique le teste **ANOVA** en dit pas une variation

- Pour la température on observé une stabilisation annuelle de ce paramètre (aux mêmes niveaux) et présente une moyenne générale est égale 19.7 plus ou moins 0.54 erreur.

Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk de la température <5% donc en applique le teste **Kruskal-Wallis (**0.6583) en dit une variation.

- On observé dans le période étudiée la conductivité n'est pas stable et présente une moyenne générale 2880.03 avec erreur 88.15. **.** Pour ce paramètre on remarque que il y à une fluctuation sur évolution de distribution annuelle de ce paramètre, il remarque une déférence au niveau de moyenne.

Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk de conductivité > 5% donc en applique le teste **ANOVA** (0.002428) en dit pas une variation

- On observé dans le période étudiée la turbidité présente une moyenne générale 11.55 avec erreur 1.29**.** Pour ce paramètre on remarque que il y à une fluctuation sur évolution de distribution annuelle de ce paramètre, il remarque une déférence au niveau de moyenne.

Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk de la turbidité <5% donc en applique le teste **Kruskal-Wallis (**0.0002158) en dit une variation.

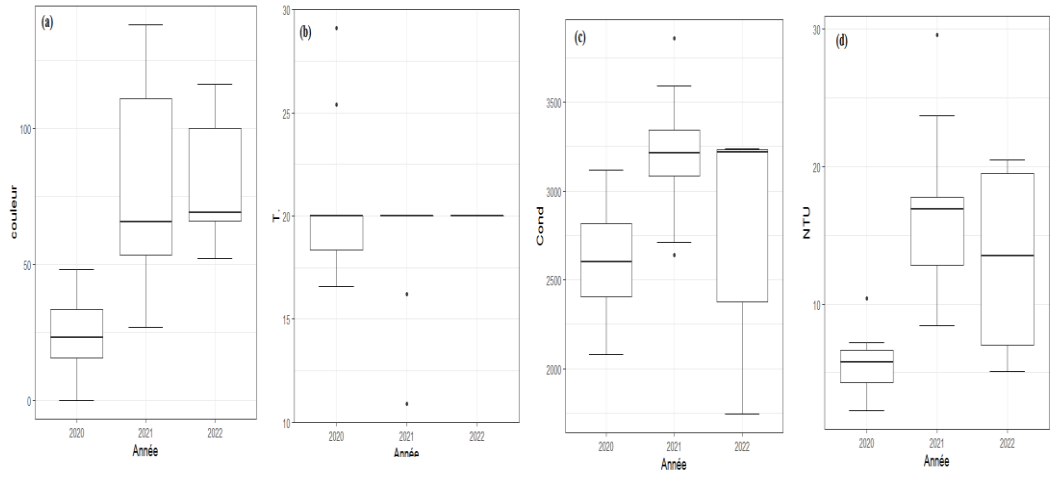


Figure 48 : Les Variations annuelles des Paramètres physiques

5.4.1.2.Les Variations mensuelles

On remarque que les mois qui ont détecté le plus d'activité sont : Février pour la couleur, Juillet pour la température, novembre pour conductivité, Février pour turbidité, Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis valide nos observations que le température, la turbidité, n'ont marqués aucun changement significatif selon les mois (le test statistique des variables révèle une différence non significative à p-value < 0,05). Par contre la couleur et conductivité, ont vécu un changement significatif selon les mois (le test statistique des variables révèle une différence significative à p-value >0,05).

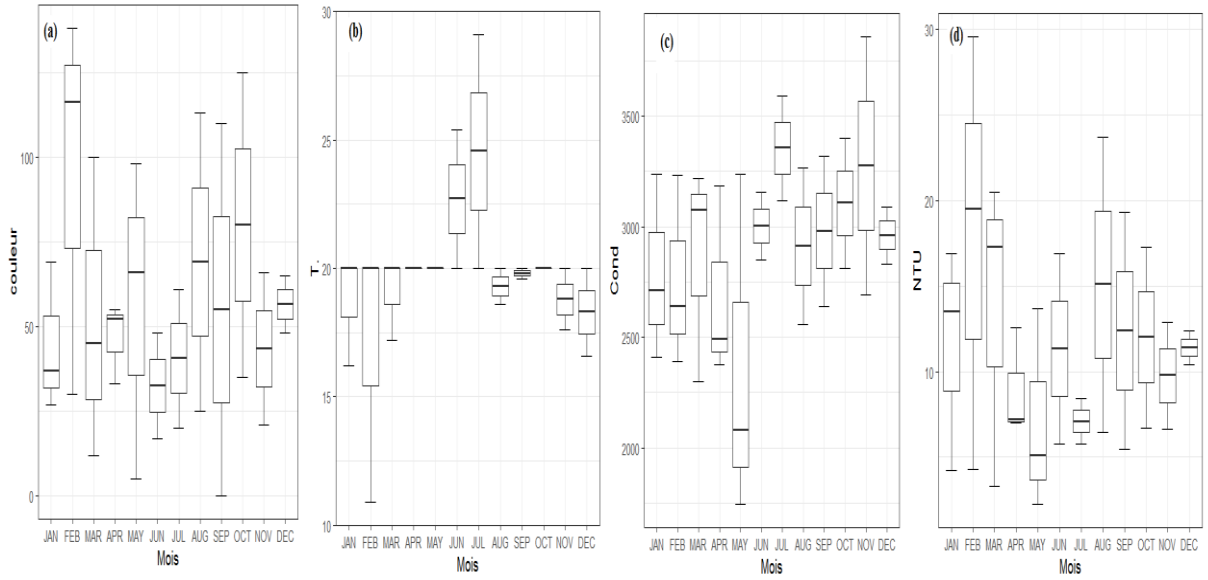


Figure 49 : Les Variations mensuelles des Paramètres physiques

5.4.1.3.Les Variations saisonnières

D'une manière générale, les variations moyennes de couleur atteint leur maximum pendant l'automne 2020, hiver 2021 et 2022. Quant aux autres paramètres, nous avons observés que la valeur maximale enregistrée pour la turbidité est en printemps 2020et 2022, hiver 2021, cependant, nous avons remarqués que pour la conductivité le teneur maximal a été noté en hiver 2020, l'automne 2021, printemps 2022.

On peut déduire aussi que la moitié de nos paramètres ont assez variable durant les quatre saisons conductivité, température turbidité, et couleur sont caractérisés par des altérations tout au long des saisons.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis valide nos observations n'ont marqués aucun changement significatif pour la couleur, conductivité, selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p > 0,05$). Par contre la température, turbidité. Ont vécu un changement significatif selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence significative à $p < 0,05$).

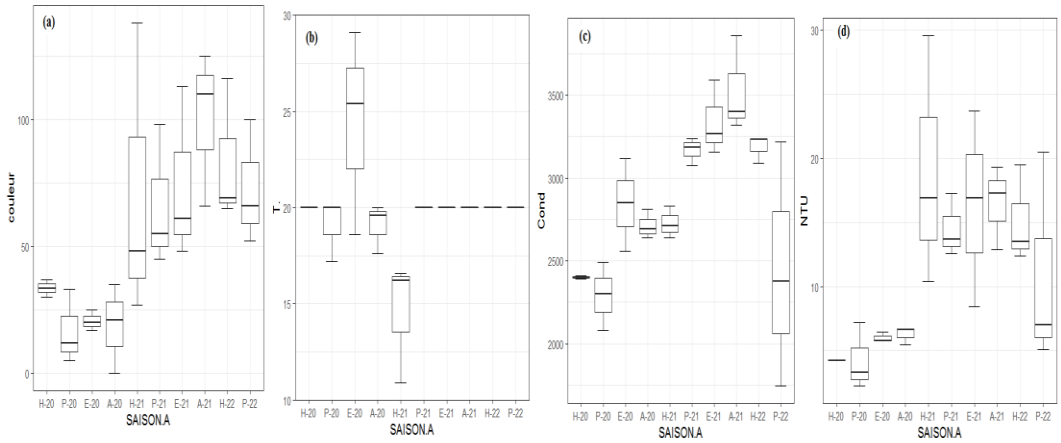


Figure 50 : Les Variations saisonnières des Paramètres physiques

5.4.2. Paramètres de minéralisation

5.4.2.1.Les Variations annuelles

Les variations annuelles nous donnent un aperçu général de ces teneurs moyennes tout au long des trois années étudiées **(tableau05).**

Certains paramètres sont presque croissement pendant toute la période d'étude comme le bicarbonate sodium, sodium ; résidus secs, TAC, sulfate, chlore. Mais d'autre part, la reste de ces paramètres sont caractérisés soit par un accroissement tels que magnésium, et le reste sont changement dans tout période étudie comme PH, TH, salinité ; potassium et calcium. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis valide nos observations n'ont marqués aucun changement significatif pour bicarbonate sodium, PH ,TH, magnésium , potassium, calcium ,TAC, sulfate, chlore. Selon les année (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p < 0,05$). Par contre la; résidus secs, salinité, sodium .Ont vécu un changement significatif selon les année (le test statistique ANOVA des variables révèle une différence significative à $p > 0,05$).

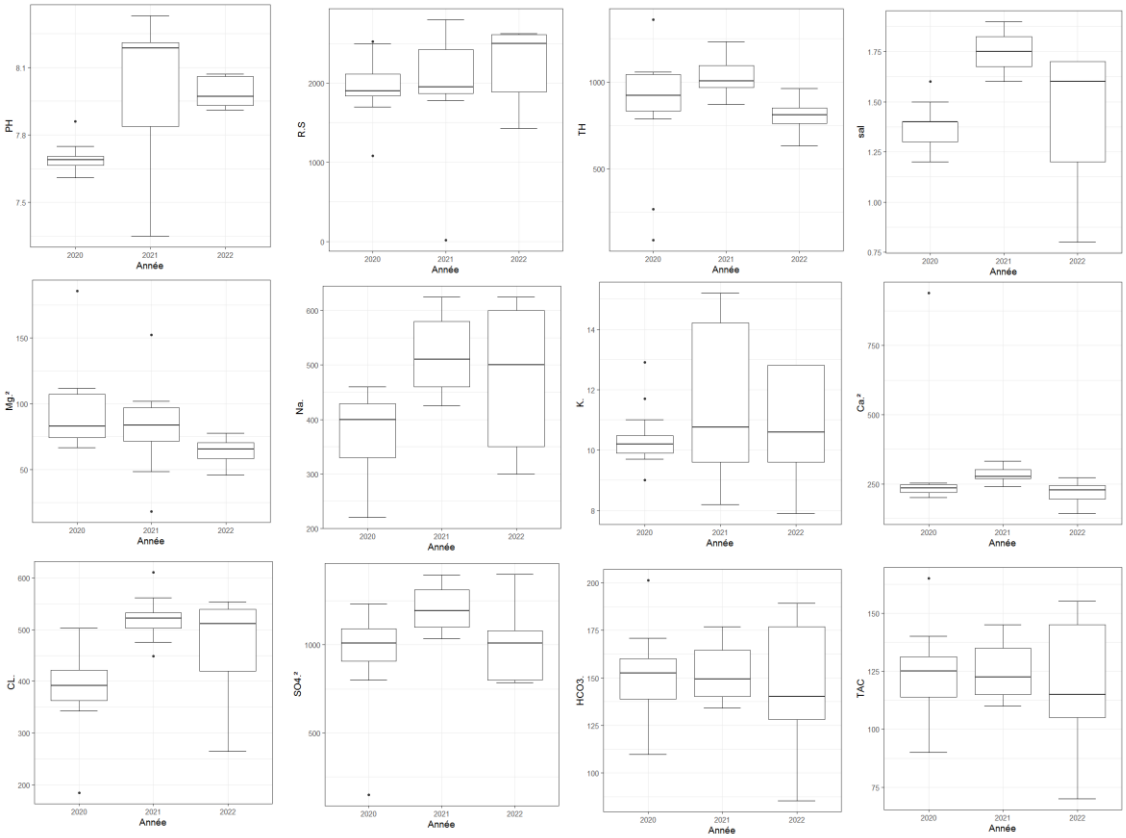


Figure 51 : Les Variations annuelles des Paramètres de minéralisation

5.4.2.2.Les Variations mensuelles

Ont remarqué les moyenne **mensuelles** tout paramètre sont varient tout mois dans la période étudier .

Mais d'un aperçu global on peut constater que la majorité des paramètres ont connu aucun changement remarquable .Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis valide nos observations que le potassium, aluminium, calcium, magnésium, , PH, sulfate, TH. (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p < 0,05$)

Le test paramétrique ANOVA valide nos observations que le chlorure, bicarbonate de sodium, Les résidus secs, sodium, salinité TAC (le test statistique des variables révèle une différence significative à $p > 0,05$).

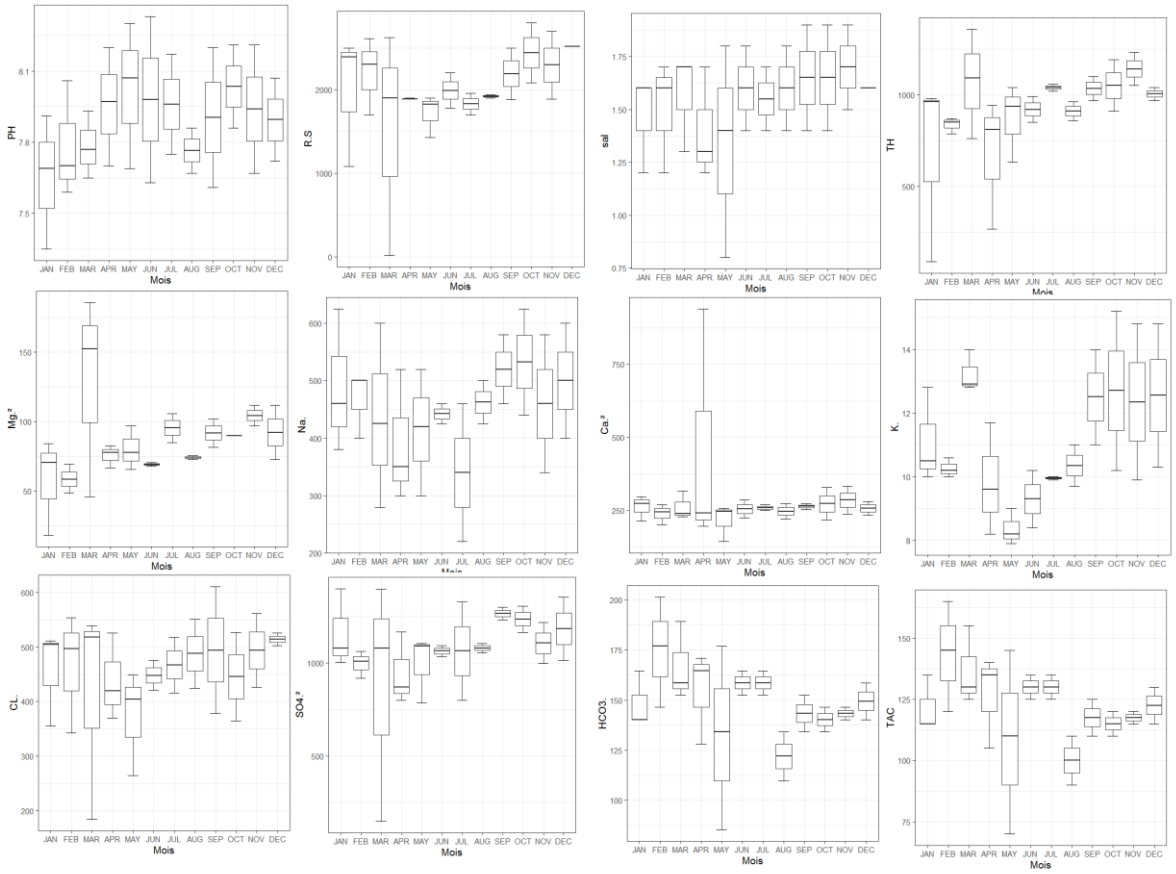


Figure 52 : Les Variations mensuelles des Paramètres de minéralisation

5.4.2.3.Les Variations saisonnières

Le changement moyen atteint leur maximum pendant printemps pour le PH , La même chose pourrait être dite pour la plupart des paramètres, magnésium, potassium sodium, les résidus secs, TH, Salinité , calcium ;chlorure, sulfate , bicarbonate de sodium, TAC.

On peut déduire aussi que nos paramètres ont variée durant les quatre saisons .Le test de Kruskal-Wallis valide nos observations que aluminium, calcium, potassium, magnésium, PH, sulfate, TH .n'ont marqués aucun changement significatif selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence non significative à $p > 0,05$). Par contre le chlorure, sodium, , les résidus secs, salinité, TAC .ont vécu un changement significatif selon les saisons (le test statistique des variables révèle une différence significative à $p < 0,05$).

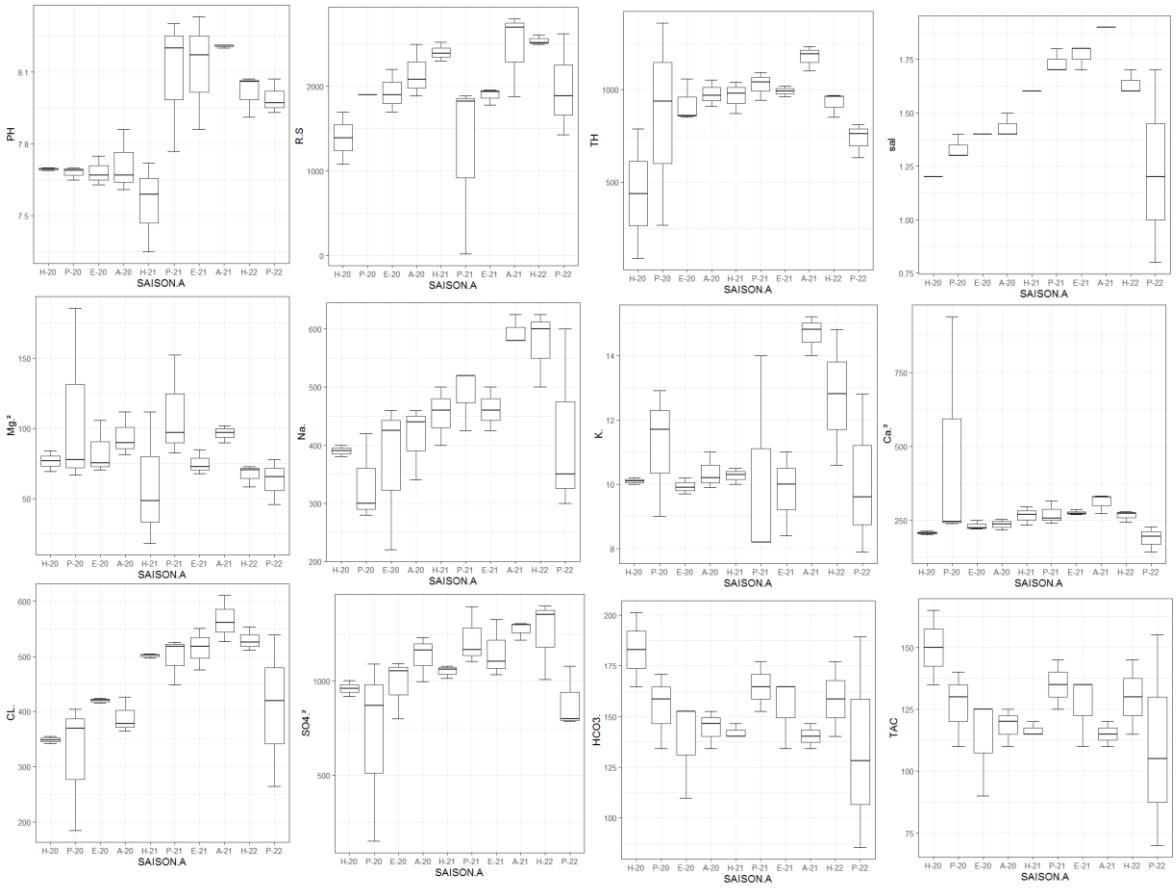


Figure 53: Les Variations saisonnières des Paramètres de minéralisation

5.4.3.Paramètre de pollution :

La matière organique et les nitrates varient significativement durant les années par contre l'ammoniaque et le phosphore ont des moyennes stable qui ne varient pas.

5.4.3.1.Les Variations annuelles

Les variations annuelles de matière organique enregistrée augmentation tout période étudié par contre le paramètre de nitrate accroissement **annuelle** et en o pour nitrite enregistrée variation annuelles,et reste paramètre comme ammonium, phosphate stable

Le test de Kruskal-Wallis valide nos observations que la matière organique, l'ammoniaque, nitrite, n'ont marqués aucun changement significatif selon les année (à $p < 0,05$)

Le test paramétrique ANOVA valide nos observations que le phosphore, nitrate (le test statistique des variables révèle une différence significative à $p > 0,05$).

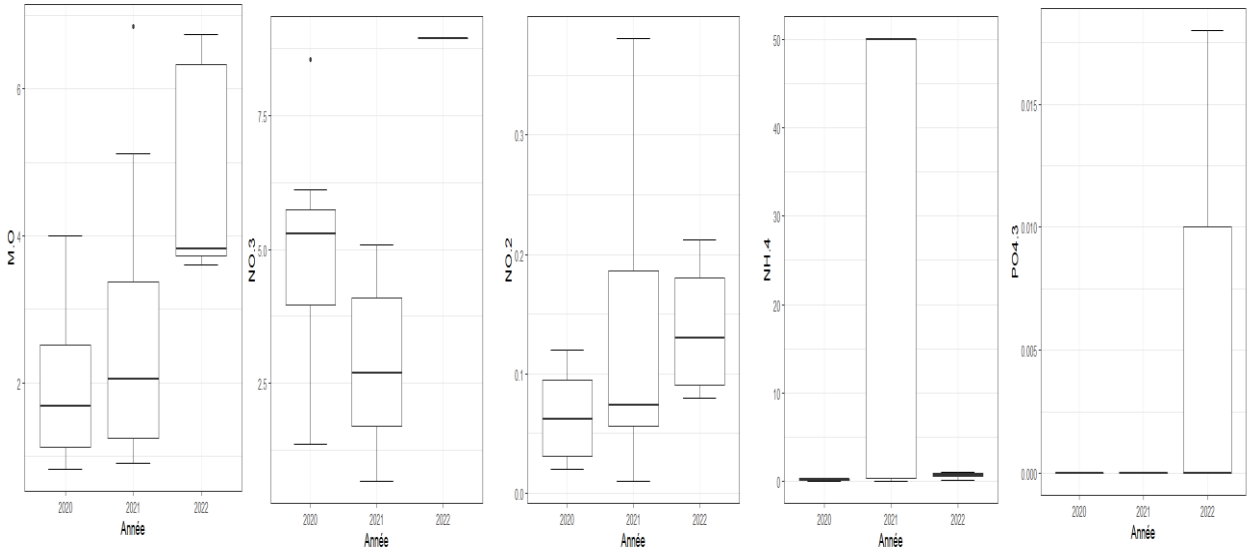


Figure 54 : Les Variations annuelles des Paramètres de pollution

5.4.3.2.Les Variations mensuelles

Il y a une grande variabilité saisonnière pour les paramètres de pollution matière organique, nitrates et nitrite, ammoniaque. Par conte le phosphore est stable dans les mois étudié.

Le test de Kruskal-Wallis valide nos observations que la matière organique, l'ammoniaque, nitrite, n'ont marqués aucun changement significatif selon les mois

Le test paramétrique ANOVA valide nos observations que le phosphore, nitrate (le test statistique des variables révèle une différence significative à p > 0,05)

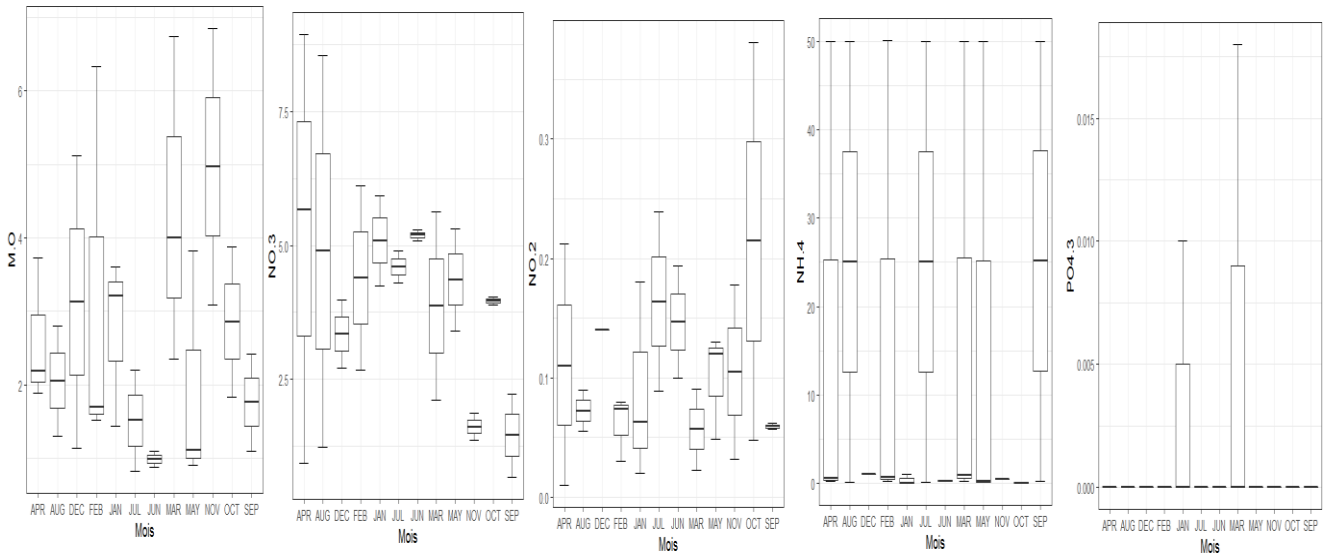


Figure 55 : Les Variations mensuelles des Paramètre de pollution

5.4.3.3. Les Variations saisonnières

Durant les saisons, les paramètres de pollution présentent de grandes fluctuations sauf pour le phosphore où on a remarqué des pics durant l'hiver croissement vers printemps .

Le test de Kruskal-Wallis valide nos observations que la matière organique, l'ammoniaque, nitrite, n'ont marqués aucun changement significatif selon les saisons

Le test paramétrique ANOVA valide nos observations que le phosphore, nitrate (le test statistique des variables révèle une différence significative à p > 0,05).

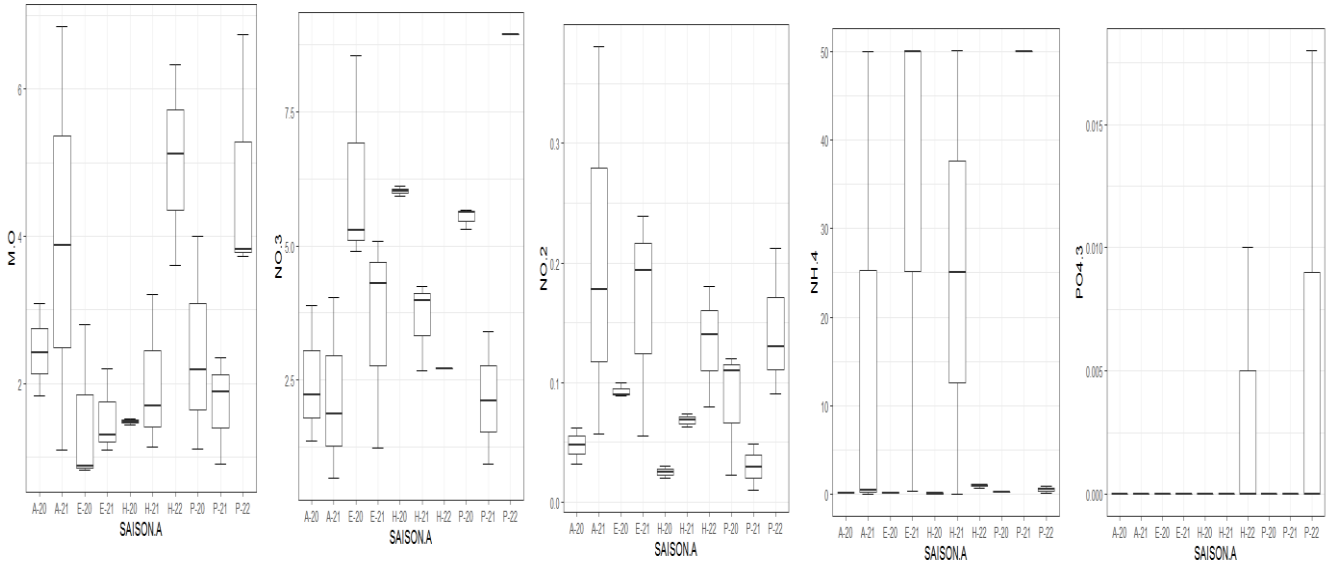


Figure 56: Les Variations saisonnières des Paramètre de pollution

5.4.4. Les métaux :

5.4.4.1. Les variations annuelles

On remarque La teneur d'aluminium est élevée en 2021 et présente moyenne général est égale 0.01. et en enregistre de variation annuelles pour le manganèse ,pour le fer il régulier durant les ans. Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk de aluminium <5% donc en applique le teste kruskal Wallis, en dit pas une variation.

. Alor que il a une variation annuelle pour le manganèse et présent l générale 0.15 avec plus ou moins erreur 0.03 Dans les résulta de teste statistique on avoir teste de normalité Shapiro-Wilk du manganèse <5% donc en applique le teste Kruskal Wallis

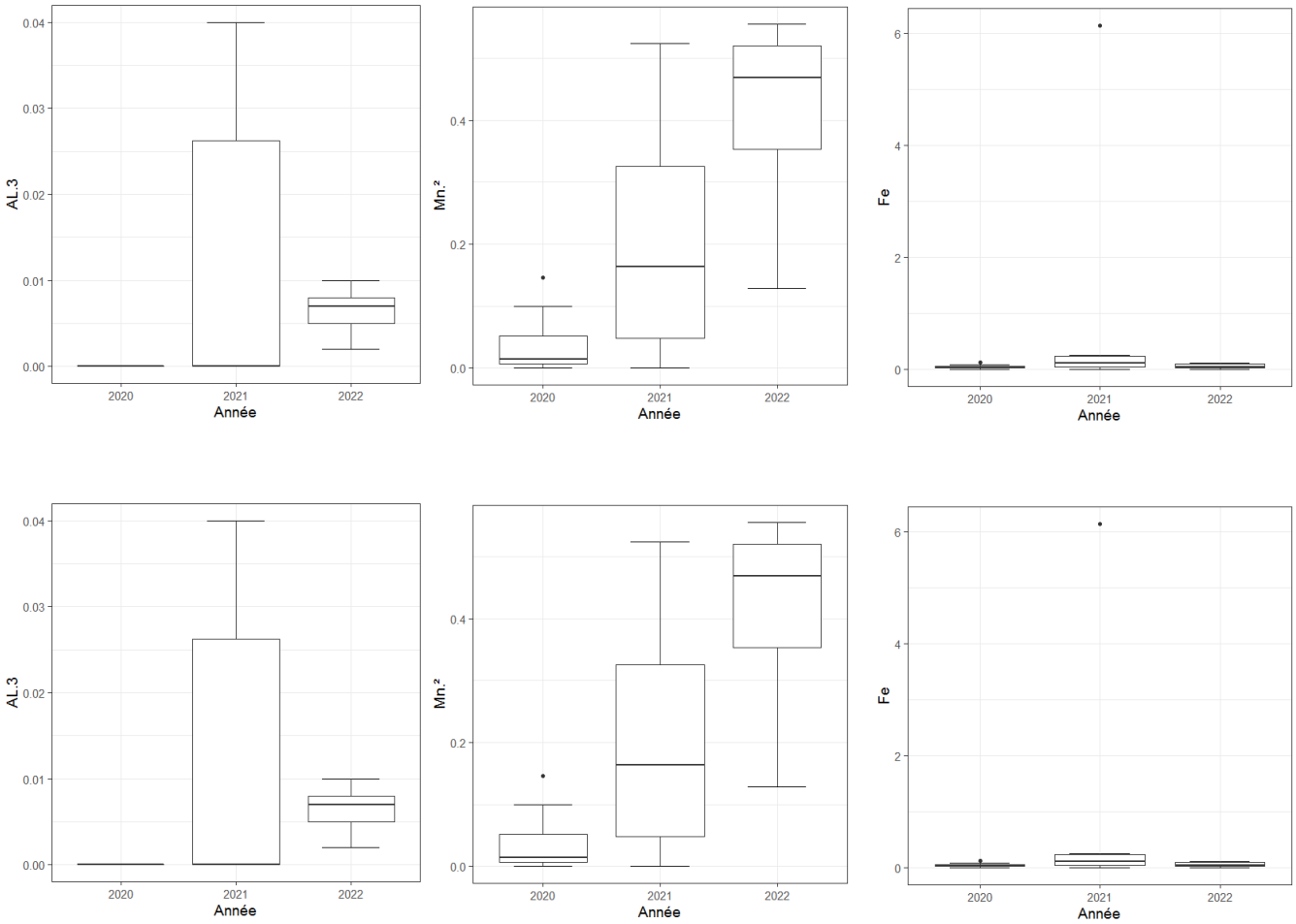


Figure 57 : Les Variations annuelles des Paramètre des métaux

5.4.4.2. Les variations mensuelles

Il une variation des moyennes mensuelle de l'aluminium et le manganèse. Le fer est régulier durant tous les mois sauf pour le mois de Janvier où la concentration élevée.

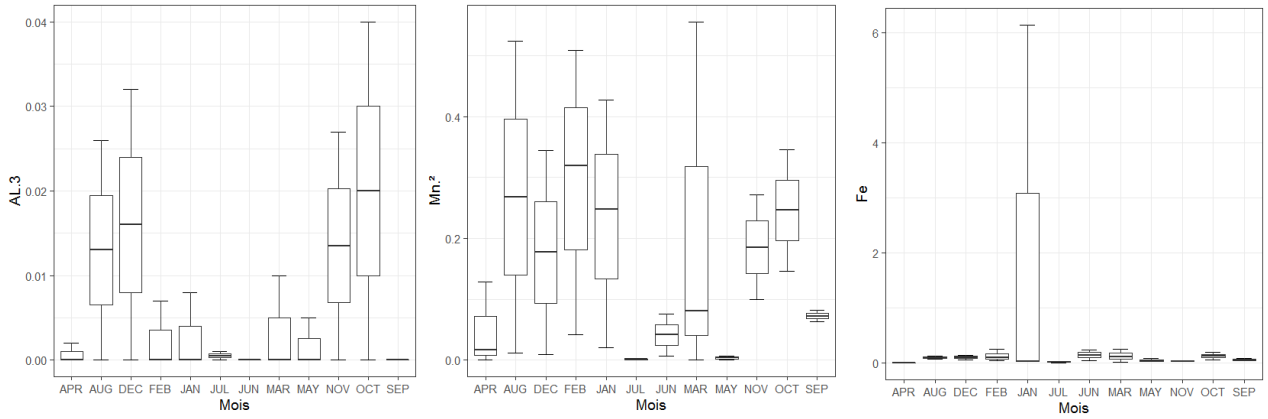


Figure 58 : Les Variations mensuelles des Paramètre des métaux

5.4.4.3. Les variations saisonnières

Pour les variations saisonnières, l'aluminium et le manganèse varient significativement. Par contre le fer présent des variations non significatives

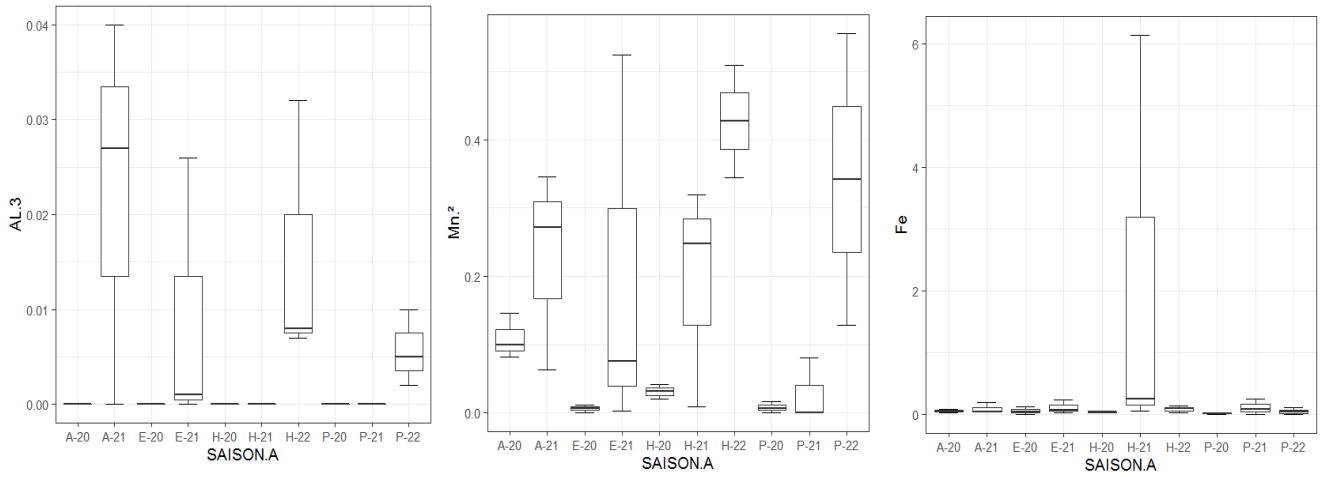


Figure 59 : Les Variations saisonnières des Paramètre des métaux

❖ **Tableau n°05 : Résulta Statistique des paramètres physico-chimiques :**

T Paramètres	Moyenne	erreur	Shapiro-Wilk normalité test	Années		Mois		Saisons	
				Kruskal-Wallis	ANOVA	Kruskal-Wallis	ANOVA	Kruskal-Wallis	ANOVA
AL.3	0.01	0,00	0.00000004251	0.001902		0.9598		0.0132	
Ca.²	274.88	24.93	0.000000003109	0.001771		0.9963		0.02662	
CL.	453.04	17.78	0.07964		0.0003718		0.9752		0.00215
Cond	2880.03	88.15	0.7355		0.002428		0.73		0.0006036
couleur	56.45	7.12	0.0753						
Fe	0.29	0.21	2.965e-11	0.06968		0.1752		0.4161	
HCO3.	150.4	4.26	0.3699		0.7995		0.4547		0.4432
K.	10.96	0.39	0.01627	0.6046		0.1122		0.1725	
M.O	2.72	0.33	0.00215	0.02107		0.3658		0.1179	
Mg.²	84.02	5.8	0.006099	0.06235		0.2396		0.2396	
Mn.²	0.15	0.03	0.0001264	0.008581		0.3384		0.0408	
Na.	451.55	19.83	0.5745		0.002254		0.9002		0.01796
NH.4	13.23	4.27	0.00000007038	0.00833		0.6709		0.1352	
NO.2	0.11	0.02	0.002114	0.08115		0.8637		0.07898	
NO.3	4.04	0.44	0.3594		0.001209		0.8152		0.004239
NTU	11.55	1.29	0.04062	0.0002158		0.9741		0.02555	
PH	7.88	0.05	0.08942	0.003166		0.8938		0.008919	
PO4.3	0,00	0,00	7.897e-11		0.005822		0.7843		0.5792
R.S	2010.75	103.32	0.0008592		0.6719		0.8239		0.05125
Sal	1.53	0.05	0.08492		0.00009176		0.9658		0.0002244
SO4.²	1066.58	45.76	0.0009854	0.00978		0.816		0.06791	
T.	19.7	0.54	0.000001243	0.6583		0.5516		0.0539	
TAC	123.28	3.49	0.3699		0.7995		0.4547		0.4432
TH	915.61	46.93	0.0005675	0.01317		0.2707		0.05749	

5.4.5. Relation entre les paramètres physico-chimiques

La matrice est réalisée à base de corrélation de Persaen (**Figure 60**). Les résultats descriptifs des relations existent entre les différents paramètres physico-chimie de l'eau décrivent la relation positive et significative entre les et de paramètres de minéralisation pollution

Comme Aluminium relation positive et significative avec chlore

	AL.3	Ca.²	CL.	Cond	couleur	Fe	HCO3.	K.	M.O	Mg.²	Mn.²	Na.	NH.4	NO.2	NO.3	NTU	PH	R.S	sal	SO4.²	T.	TAC	TH
AL.3	1.0000																						
Ca.²	0.0561	1.0000																					
CL.	0.4603	-0.0220	1.0000																				
Cond	0.5136	-0.0166	0.7380	1.0000																			
couleur	0.4878	0.0083	0.6603	0.5374	1.0000																		
Fe	-0.0865	0.0101	0.1510	-0.0754	-0.1190	1.0000																	
HCO3.	-0.1452	0.1896	-0.2658	0.0039	-0.0730	-0.1308	1.0000																
K.	0.7178	0.2204	0.2338	0.3395	0.2923	-0.0353	-0.1439	1.0000															
M.O	0.5999	0.0820	0.1120	0.2311	0.0396	0.1242	-0.2108	0.6762	1.0000														
Mg.²	0.0125	-0.1428	-0.4543	0.0313	-0.1187	-0.5032	0.0687	0.2754	0.1619														
Mn.²	0.7657	-0.0135	0.5059	0.3329	0.6044	0.2126	-0.3027	0.4789	0.4007	-0.3123	1.0000												
Na.	0.6011	-0.1708	0.7458	0.5890	0.6328	0.0450	-0.1383	0.4222	0.2969	-0.2565	0.5369	1.0000											
NH.4	-0.0624	-0.0956	0.5185	0.4329	0.6659	-0.1331	0.0683	-0.1887	-0.3381	-0.0289	0.1294	0.3838	1.0000										
NO.2	0.5570	0.1305	0.3520	0.3898	0.2920	-0.0897	-0.1626	0.3617	0.3879	-0.0836	0.2738	0.2937	-0.1813	1.0000									
NO.3	-0.3310	0.0009	-0.5843	-0.6099	-0.4878	-0.0061	-0.0698	-0.3101	-0.0200	0.0064	-0.4148	-0.6253	-0.5835	0.1660	1.0000								
NTU	0.3523	0.0291	0.7027	0.4707	0.8515	0.2173	-0.1664	0.1696	-0.0001	-0.3606	0.6928	0.5730	0.5998	0.1294	-0.5735	1.0000							
PH	0.3744	-0.0474	0.5212	0.7223	0.4996	-0.4113	0.1365	0.1582	0.1414	0.2229	0.0549	0.5005	0.3820	0.4502	-0.3433	0.2613	1.0000						
R.S	0.6079	0.0873	0.3892	0.3842	0.2486	0.2287	-0.2691	0.5882	0.6184	-0.1649	0.5698	0.5938	-0.1080	0.4767	-0.3738	0.3433	0.0836	1.0000					
sal	0.5050	-0.0163	0.8122	0.8488	0.6925	0.0768	-0.1244	0.3121	0.1501	-0.0661	0.4507	0.7515	0.5417	0.3575	-0.6979	0.7172	0.6784	0.4536	1.0000				
SO4.²	0.3686	-0.0547	0.7752	0.5526	0.3902	0.0368	-0.1350	0.1396	0.0056	-0.5508	0.3259	0.7792	0.2995	0.3108	-0.4947	0.3622	0.3950	0.3977	0.5639	1.0000			
T.	0.0206	-0.0310	-0.0471	0.2225	-0.3651	-0.2794	0.1062	-0.0495	-0.2315	0.2103	-0.3393	-0.2878	-0.2683	0.0901	0.1128	-0.4861	0.1654	-0.2130	-0.1143	0.0114	1.0000		
TAC	-0.1452	0.1896	-0.2658	0.0039	-0.0730	-0.1308	1.0000	-0.1439	-0.2108	0.0687	-0.3027	-0.1383	0.0683	-0.1626	-0.0698	-0.1664	0.1365	-0.2691	-0.1244	-0.1350	0.1062	1.0000	
TH	0.3024	-0.3955	0.2365	0.4552	0.1932	0.0604	-0.2211	0.3062	0.3191	0.3977	0.2182	0.3255	0.1627	0.2443	-0.3488	0.2378	0.3304	0.5424	0.5433	-0.0014	-0.0047	-0.2211	1.0000

Figure 60 : Relation entre les paramètres physico-chimiques

5.4.6.Analyse en composantes Principale

L'ACP appliqué 24variables et 29 observations a donnée 43.92% d'inertie totale.

L'examen des résultats numérique de cette ACP montre que le premier axe, qui cumule 31,11% d'inertie, se forme le premier groupe par les paramètres de minéralisation et physique dans la partie positive. cette paramètre qui caractérisé les année 2021-2022 a période hivernale (Mn ,Ca ,No2,K)et Automne (couleur) , avec aucune formation des groupes au niveau de côté négatif de cet axe 1 . La deuxième composante, avec 12,19% regroupe le magnésium distribué dans le côté positif et dans le côté opposant se regroupe les nitrates qui contribuent négativement à l'expression de cet axe 2. cette paramètre qui caractérisé l'année 2020 a période printemps (No3). On dit il ya relation positive entre la température et les

éléments (si augmenté le vent, humidité, fer, magnésium et ammonium donc la température augment)

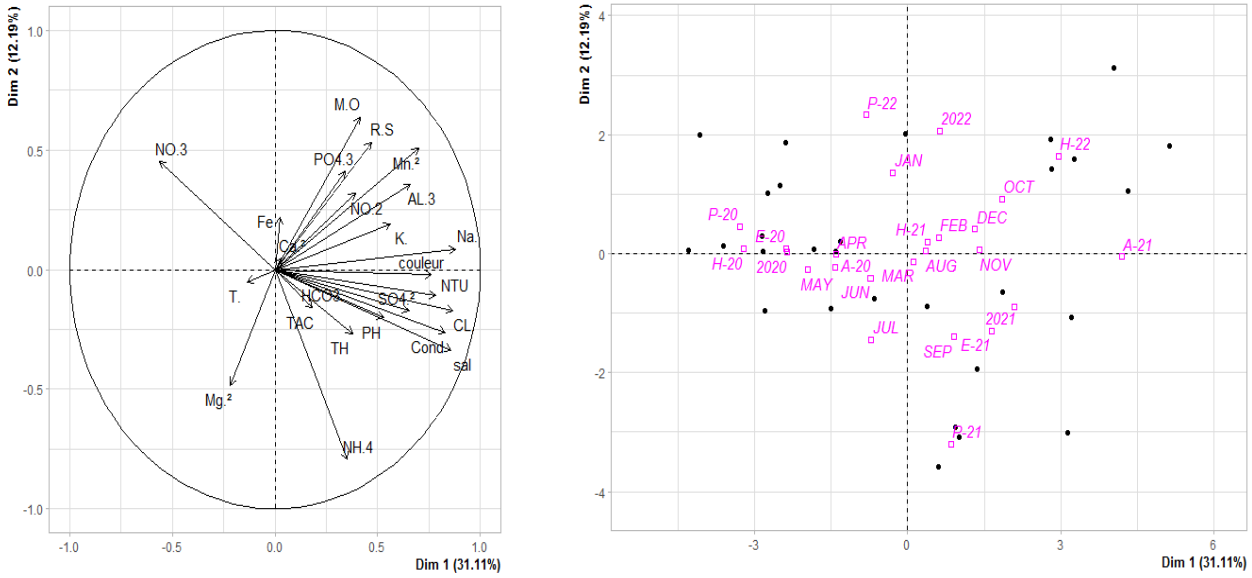


Figure 61 : Analyse en composantes Principale

5.5. Résultats de l'analyse Bactériologique :

5.5.1.Les variations annuelles

Selon la (**Figure n°62)** suivante, les Streptocoques fécaux présente des moyennes stables. Par contre les variations annuelles des Coliformes totaux et Coliformes fécaux sont irrégulières.

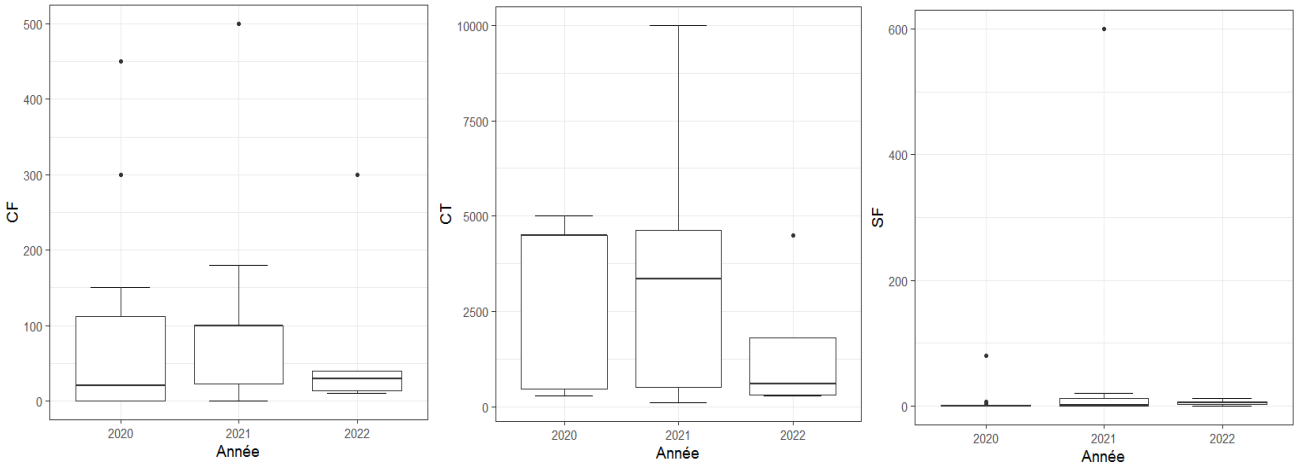


Figure 62 : Les variations annuelles des Résultats de l'analyse Bactériologique

5.5.2.Les variations mensuelles

Selon la (**Figure n°63)**suivante, les variations mensuelles des Coliformes fécaux ne sont pas stables. les Streptocoques fécaux présente des moyennes **mensuelles** stables. Par contre l'évolution annuelle des Coliformes totaux est irrégulière

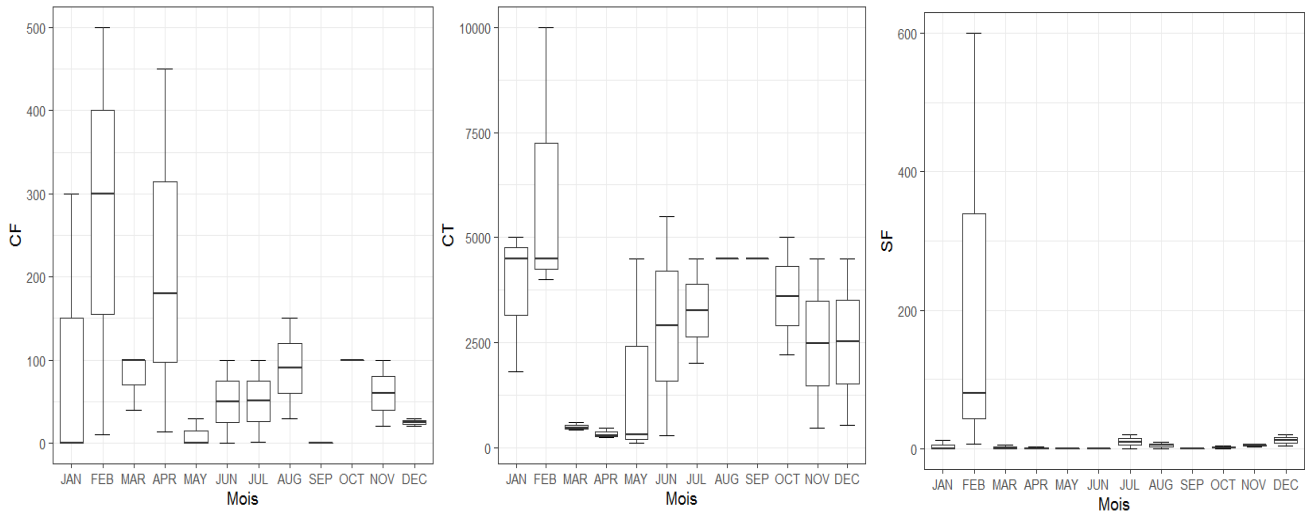


Figure 63 : Les variations mensuelles des Résultats de l'analyse Bactériologique

5.5.3.Les variations saisonnières

. Selon la (**Figure 64)**suivante, les Coliformes fécaux et les Coliformes totaux présente des moyennes non stables durant les saisons. Par contre les variations **saisonnières** a des Streptocoques fécaux sont régulières mais avec un pic enregistré en hiver 2021.

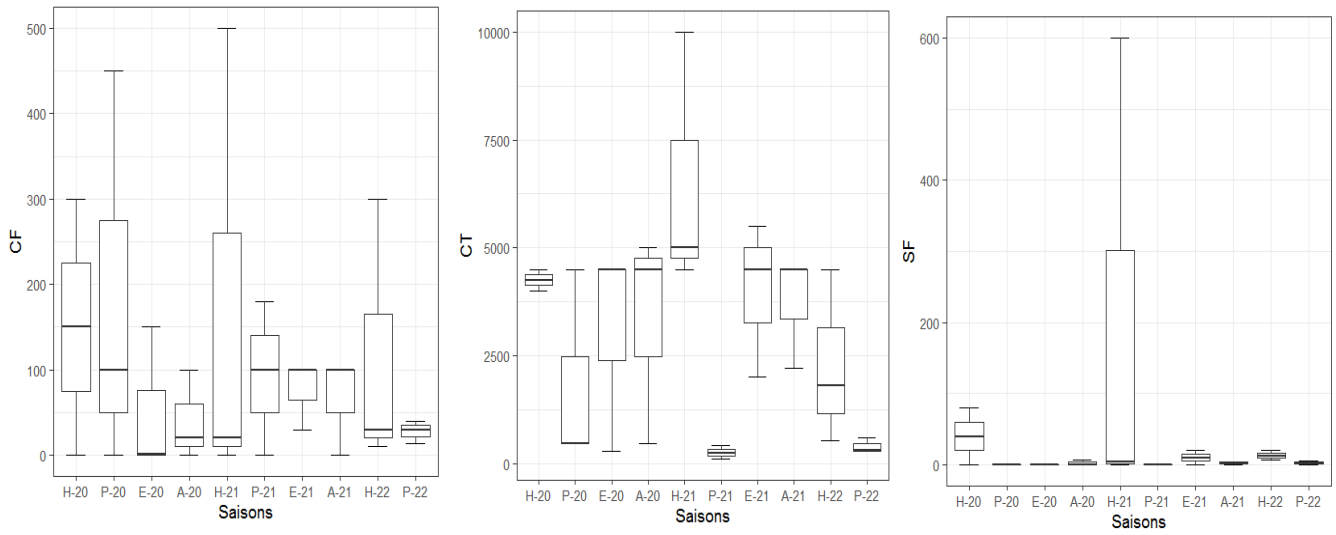


Figure 64: Les variations saisonnières des Résultats de l'analyse Bactériologique

5.5.4. Relation Entre Les Espèces Bactériennes

5.5.4.1. En fonction des années

Selon la (**Figure 65)** suivante, en fonction des années il y a une tendance croissante des espèces bactériennes surtout durant 2021.

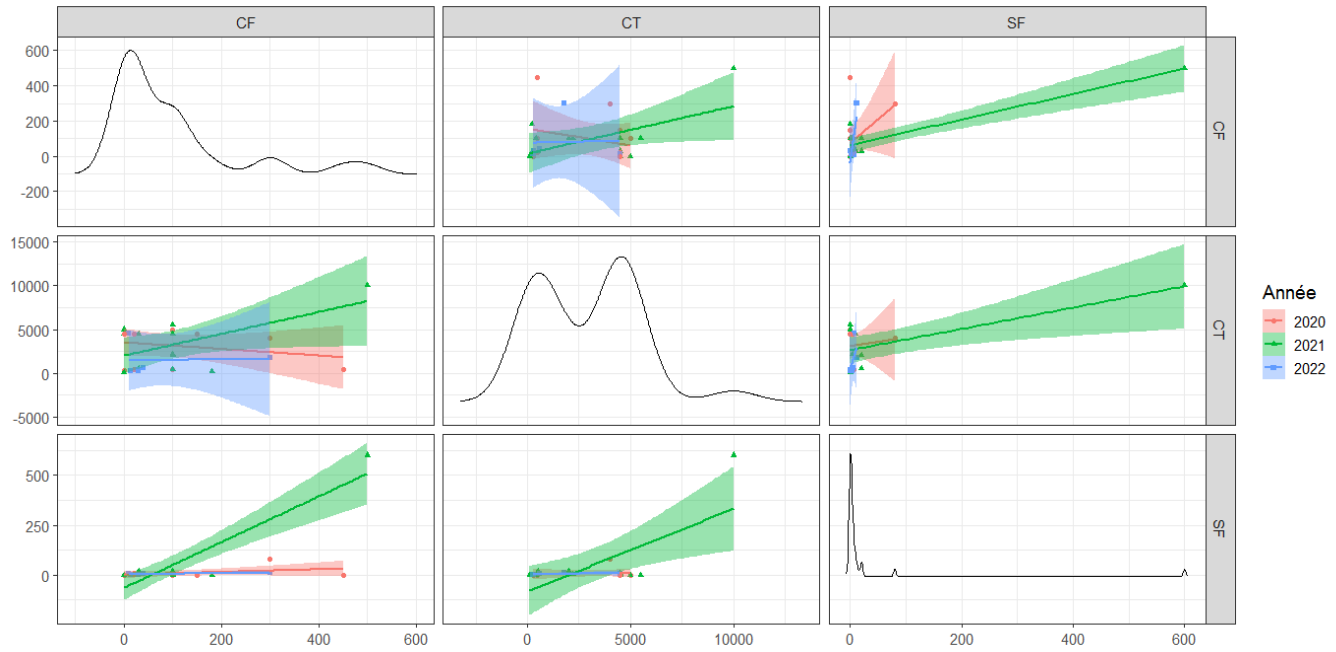


Figure 65 : Relation Entre Les Espèces Bactériennes En Fonction Des Années

5.5.4.2.En fonction des saisons

Pour les saisons nous remarquant que la relation croissance entre les bactéries durant l'hiver. Elle mois en printemps entre CT et SF et entre CF et CT. Et pratiquement stable entre CF et SF et entre CT et SF durant le printemps

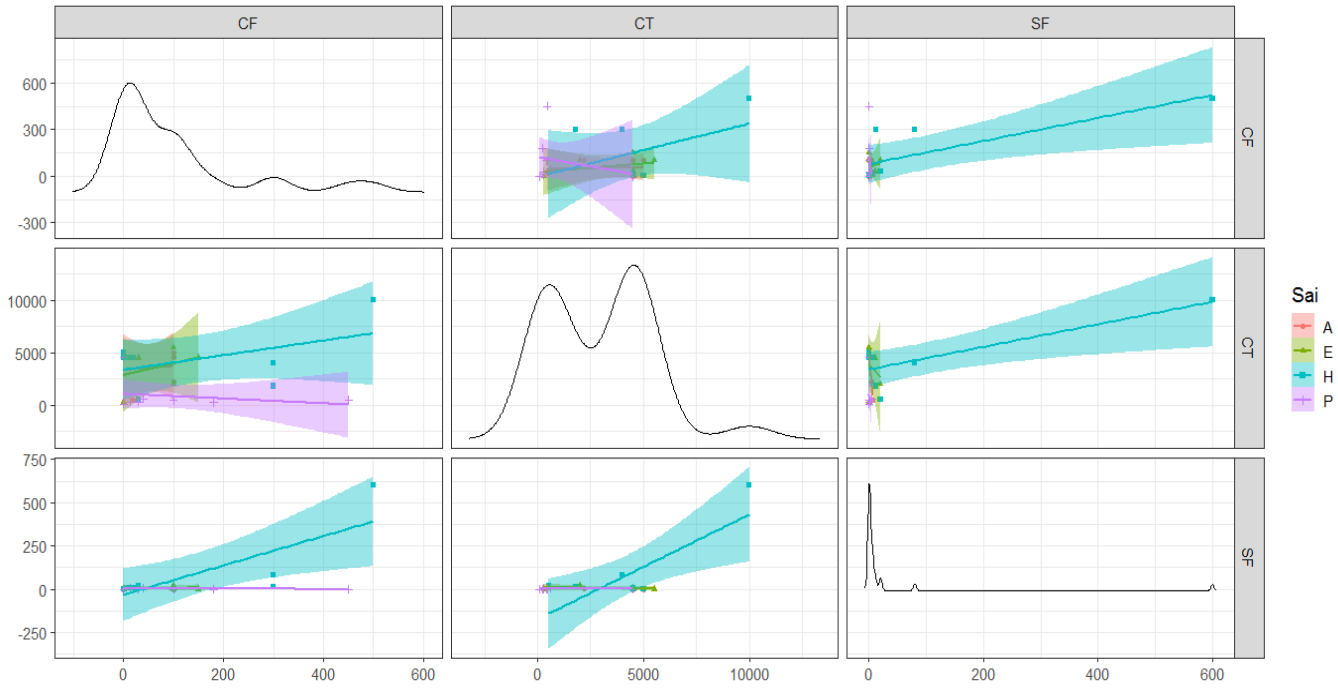


Figure 66 : Relation Entre Les Espèces Bactériennes En Fonction Des Saisons

5.6. Effet du climat sur la qualité de l'eau :

5.6.1.Effet Climat- Physico-chimie

L'ACP appliqué 24variables et 29 observations a donnée 43% d'inertie totale.

L'examen des résultats numérique de cette ACP montre que le premier axe, qui cumule 25.47% d'inertie, se forme le premier groupe par les paramètres de minéralisation, physique et les paramètres climatique précipitation, humidité et le vent dans la partie positive qui caractérisé des année 2021 a période été ,printemps et automne, avec aucune formation des groupes au niveau de côté négatif de cet axe. La deuxième composante, avec 15.60% regroupe l'ammonium et le magnésium et les températures de l'eau et de l'air distribué dans le côté positif caractérisé des année 2020 a période été et dans le côté opposant se regroupe

les nitrites avec le magnésium qui contribuent négativement à l'expression de cet axe de année 2020 a période hivernale .

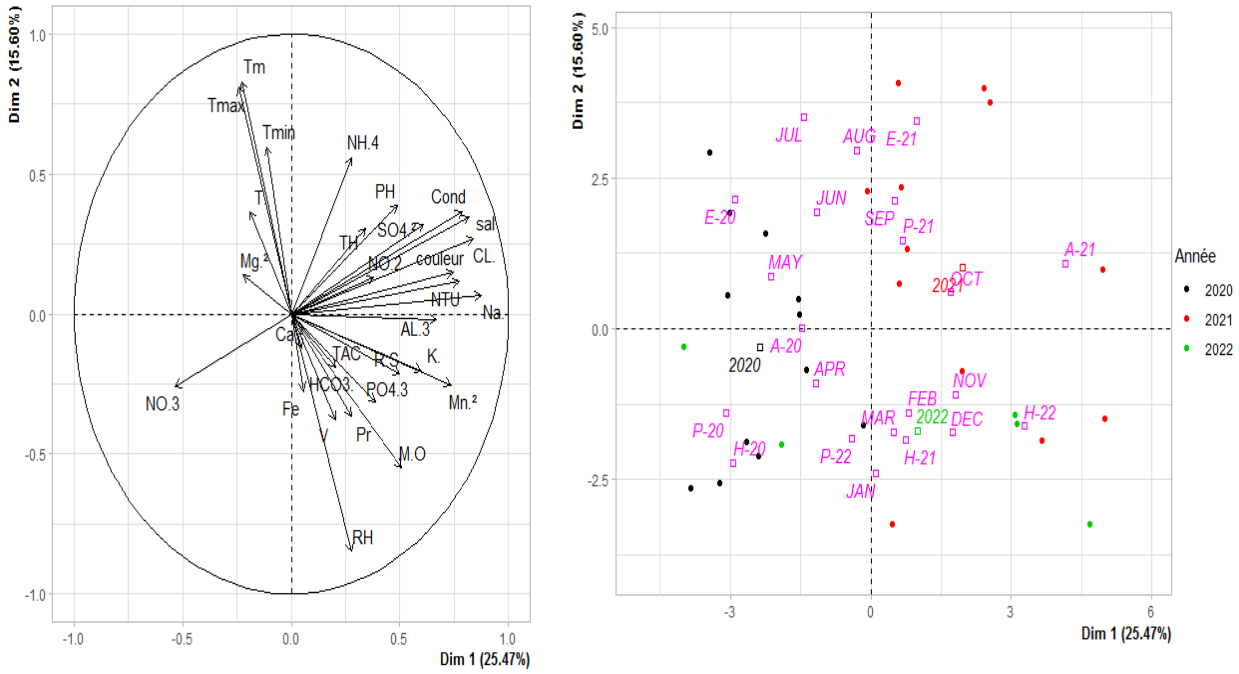


Figure 67: Effet Climat- Physico-chimie

5.6.2.Effet Climat- Bactériologie

L'ACP appliqué 9 variables et 29 observations a donnée 63.76% d'inertie totale.

L'examen des résultats numérique de cette ACP montre que le premier axe1, qui cumule 39.95% d'inertie, se forme le premier groupe par les paramètres climatique températures dans la partie positive, avec aucune formation des groupes au niveau de côté négatif de cet axe représenté par les précipitations et l'humidité. La deuxième composante, avec 23.81% regroupe les espèces bactériennes distribuées dans le côté positif et dans le côté opposant se regroupe le vent qui contribue négativement à l'expression de cet axe.

Les bactéries sont correlle négativement par rapport la vitesse du vent, durent la période printemps 2022

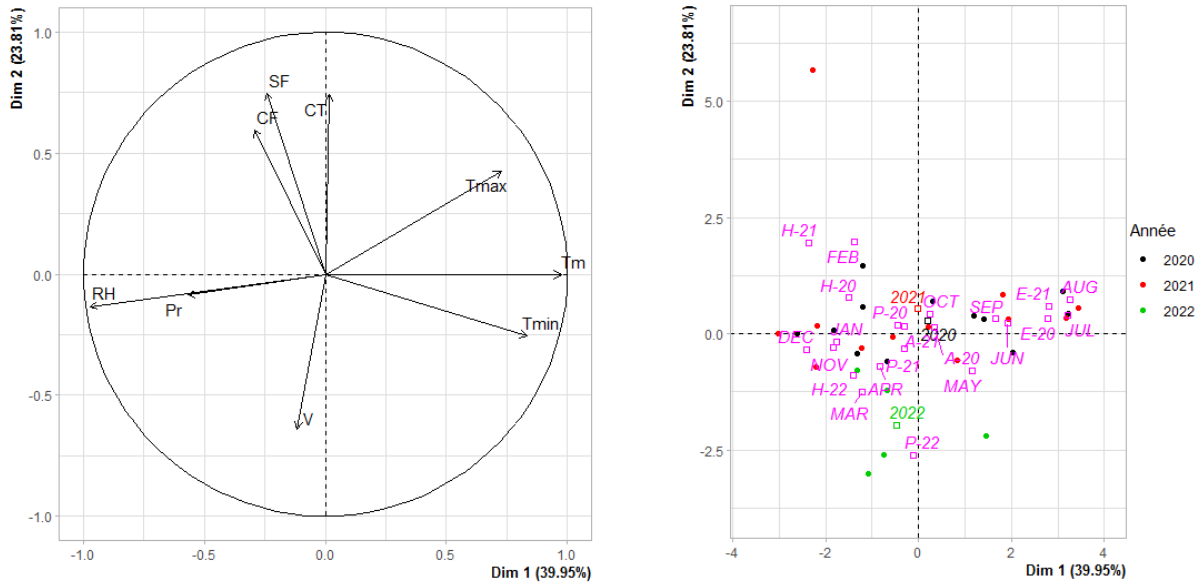


Figure 68 : Effet Climat- Bactériologie

5.7.Discussion :

L'analyse des données annuelles, mensuelles et saisonnières á montré que le climat de la région de Ghrib se caractérise par des été chauds et secs à petite brise de vent et des hivers froids á vent frais, l'humidité est plus élevée en hiver qu'en été.

L'aspect du climat de barrage Ghrib est de type méditerranéen, sub-humide, le climat est non stationnaire avec une importante hétérogénéité.

L'augmentation des températures et la diminution de taux de précipitation et pourcentage d'humidité relative peut être explique par le phénomène d'Évaporation. Les changements prévus dans le cycle de l'eau induits par le climat et ayant un impact sur l'homme et le bien-être de la société comprennent l'augmentation d'Évaporation, la modification de la répartition spatiale et de la quantité des précipitations **(GIEC, 2022**). Les facteurs influent sur l'évaporation sont bien l'humidité relative et la tension de vapeur d'eau saturante à la température de la surface évaporant **(Meziani et Nedjima ,2019),** l'augmentation de vitesse du vent s'alterne avec la diminution des températures par rapport au résultat (annuel et mensuelle et saisonnière) du barrage de Ghrib. le vent est le mouvement de l'air à la surface de la terre. Elle est causée par la différence de pression de l'air à la surface, cette pression est fonction de la température, le vent est caractérisé par sa direction et sa vitesse. Il y a un effet indirect en changeant la température et l'humidité **(Dajoz,2000**).Le point de rosée de l'air est la température à laquelle la pression partielle de vapeur d'eau est égale à sa pression de vapeur saturante1. Il s'agit donc de la température à laquelle il faut refroidir un volume d'air, à pression et humidité constantes, pour qu'il devienne saturé. C'est le phénomène de condensation, qui survient lorsque le point de rosée est atteint et que des sites de nucléation sont disponibles, qui crée les nuages, la brume et la rosée en météorologie**.(Cherfi et Oussd 2012).**

Le barrage de Ghrib est caractérisé par un pH plus ou moins alcalin, cela est dû à une influence de la géologie du site sur la composition physico-chimique des eaux avec l'influence des affluents chargés de différents matières, ce qui rendre le barrage un site optimal pour la prolifération des algues.

Les concentrations créent avec le pH l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la biodiversité aquatique. Ils sont strictement liés à l'évolution phytoplanctonique **(De Villers et al 2005).**

Parmi les indicateurs communs de la qualité de l'eau pour définir le degré d'eutrophisation sont le phosphore total et l'azote **(Gray et al 2002).** L'ammonium et le phosphates sont des préférées de nutriments consommée par les algues, des faibles concentrations signifie une faible présence des algues et en conséquence un faible degré d'eutrophisation. **(Jung 2009).**

Dans le sol, les matières organiques assurent de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales tels que la stimulation de l'activité biologique, étant à la fois source d'énergie et d'éléments nutritifs pour les organismes du sol (**Duprarque et Rigalle 2011)** comme le phosphates ce qui explique sa diminution. Mais un taux élevé de matières organiques peut être aussi source de polluants potentiels, comme un taux élevé les nitrates.

Les résidus secs et la matière organique donnent la couleur brunâtre ou sombre aux eaux de surface, cette couleur joue un rôle primordial dans le degré de pénétration de la lumière dans le barrage et qui influence en conséquent la faune et la flore aquatique. Malgré l'augmentation remarquable dans les trois dernières années de notre étude, ils restent toujours sous la norme algérienne.

Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites qui sont très rares et leur excès est dû soit à des infiltrations d'eaux sales depuis la surface ou l'oxydation incomplète de l'ion ammoniacal, et ce dernier dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. **(AOUABED ET AL, 2001).** On distingue que du 2018 au 2020 une augmentation notable de ces indicateurs, en particulier durant l'été à cause d'élévation de la température qui provoqua un asséchement complet de barrage, combiné avec les apports exogènes issus des diverses activités urbaines, agricoles et industriels.

L'augmentation de la température a un effet sur d'autres paramètres, pendant l'été aussi, l'eau est plus oxygénée que celle des autres saisons. Ceci est dû vraisemblablement à l'activité photosynthétique effectué par le phytoplancton grâce à l'ensoleillement et les faibles teneurs des résidus secs et la matière organique qui facilite la pénétration du soleil. Ce qui explique le teneur élevé de l'oxygène dissous, la demande chimique et biochimique de l'oxygène avec la matière organique.

Les faibles teneurs pendant l'hiver, printemps et automne sont dues probablement aux décélérations de l'activité photosynthétique et la faible disponibilité de la matière organique **(BERHAIL 2019)** causé par un effet de dilution climatique combiné de précipitation, l'humidité et la pression atmosphérique, ce qui est indiqué par les valeurs faibles de ces paramètres.

Bien que la salinité et la conductivité affecte négativement le développement des algues d'eau douce, leurs diminution avantageux n'est pas suffisant car les algues ont besoins des éléments nutritifs. L'ammonium et le phosphates sont préférées de nutriments consommée par les algues, des faibles concentrations signifie une faible présence des algues et en alternance, une faible présence de la chlorophylle « a » **(JUNG2009).**

Pour formes azotées les variations s'expliqué par la nature de cycle d'azote ou les nitrites sont des formes intermédiaires pour assurer le passage de nitrate à l'ammonium. Ce dernier est la forme la plus toxique, il peut pénétrer le milieu aquatique par des moyens directes comme l'utiliser pour les engrais agricoles et d'autres applications industrielles. On peut le trouver sous une forme naturelle tels que la décomposition des déchets organiques, les échanges atmosphériques et les incendies de forêts.

Comme l'azote nitrite est un stade intermédiaire de la décomposition biologique de l'ammonium. Les bactéries autotrophes convertissent l'ammoniac en nitrates dans des conditions toxiques (aérobies) ce qui demande des teneurs élevés d'oxygène dissous **(HACH 2022)**, ce qui est confirmé par les teneurs élevés de ces deux paramètres durant les périodes estivales.

Les teneurs en chlorures et sulfates pourraient s'expliquer par la géologie des terrains de la région ou par une contamination directe de l'eau de barrage par des rejets domestiques surtout riches en détergents ou par l'utilisation des pesticides dans l'agriculture. **(HARRAT ET ACHOUR 2010)**

L'analyse des résultats montre des teneurs assez faibles en chlorures et sulfates pour le barrage étudié qui nous permet de déduire que l'eau est de la bonne qualité au terme des concentrations des sels.

Au niveau des périodes hivernales, on enregistre un pH moyen plus faible que des périodes estivales. Cette diminution du pH en saison des pluies serait liée, en grande partie, à l'entrée des effluents des bassins versants **(N'Douba, 2000)** avec l'ajout des précipitations, elles créent un effet de dilution pour le pH et la majorité des éléments physico-chimiques.

La méditerrané a connu au cours des dernières décennies un rapetissement notable de la pluviométrie et des débits moyens annuels des eaux brutes. A l'addition des augmentations de température, sécheresses, phénomènes d'évaporation qui impactent la qualité et la quantité de ces eaux brutes, principalement jointes aux services d'eau potable et d'assainissement. **(Milin et al, 2016)** où ces variations sont observées spécifiquement à l'échelle saisonnière et à l'échelle interannuelle.

Parmi les impacts de ces paramètres climatiques altérés sur le barrage sont l'augmentation de la concentration des divers polluants dans l'eau (chimiques, organiques) en raison de leur plus faible dilution, propagation d'algues, accroissement de la salinité de l'eau et en conséquent, la dégradation de la qualité de l'eau arbitrée. **(MILIN ET AL, 2016).** Dans notre cas, on ne peut pas signaler que le barrage de Ghrib est dans un état critique, cela revient au nos résultats analyses effectuées sur l'eau du barrage, qui nous ont permis de révéler que dans une période de 7 ans, les résultats obtenus sont conformes aussi bien à la réglementation nationale en matière de potabilité de l'eau.

Comme mentionné précédemment, l'oxygène dissous dans les eaux de surface provient de l'atmosphère et l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène varie de manière mensuelle et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression atmosphérique, la température, et la disponibilité en nutriments. **(DE VILLERS 2005).** L'oxygène pénètre dans l'eau soit par sa diffusion par les turbulences élevées de l'eau est, quand il y a un fort vent soufflant ou soit par la photosynthèse subit par les producteurs primaires **(MCCAFFREY 1997).** Le vent et les courants réduisent la visibilité en créant des turbulences qui divisent la surface, diminuant ainsi la lumière qui pénètre dans l'eau et bloquants le phénomène de photosynthèse qui affect négativement les teneurs d'oxygène dissous.

Les données de ADE, ont été obtenues à partir d'échantillons prélevés lors d'un pas de temps mensuel entre janvier à Mai 2022 et annuelle2020/2021. Il s'agit d'une série des valeurs des paramètres analysés sont : CE(µs/cm), pH, température de l'eau, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , SO_4^{2-} ,CO^{2-} ,HCO_3 , NO_3^{-} ,NO_2^{-} ,NH_4^{+} ,PO_4^{3-} ,SiO_2, turbidité, matière en suspension, demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5), matière organique (MO) et oxygène dissout (OD). En ce qui concerne les courbes de certains paramètres, nous avons réalisé, à l'aide du logiciel R et les test (**ANOVA-kruskal Wallis**) pour étudier les variations de qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de barrage Ghrib.

la températures varient 19.7°C pour l' eau de barrage. Ces variations de température est saisonnière. Les températures mesurées sont conformes aux normes de l'consommation humaine et écosystèmes de ≤ 25°C.

Les valeurs de moyenne du conductivité électrique annuelle 2880.03µS/cm durant la période d'étude. Ces valeurs dépassent mer norme de consumation humaine qui est fixée à ≤

2800 µS/cm. .Ces valeurs C.E > 1000 µs/cm témoignent une minéralisation élevée dans les eaux de barrage Ghrib . Cette forte minéralisation est due contact les différentes formations géologiques à travers le long trajet de barrage ghrib de . Ces eaux de qualité médiocre mais utilisable pour l'irrigation.

La moyenne de concentrations de résidu sec 2010.75 mg/l et Ces eaux mais dépassentent les normes d'OMS ≤ 2000 mg/l.

Ces valeurs de pH demeurent légèrement neutre à alcalin dans tous les prélèvements . Il enregistre la moyenne de périodes étudie 7.88. Il est conforme aux normes algériennes à >6.5 et <9 Ces valeurs de pH favorisent une vie aquatique riche et diversifiée.

Les valeurs de la turbidité sont supérieures à la norme de consommation humaine NTU>5 donc les eaux analysées colores et trouble. Il enregistré la moyenne de période étudiée NTU=11.55 On peut être expliquée par la présence des particules colloïdales en suspension dans l' eau de barrage.

Les valeurs de la matière en suspension varient entre 2.8 mg/l à 57.1 mg/l dans périodes (août 2008/avril 2009) et période (mai 2006/avril 2007) 10mg/l à 40mg/l . Ces valeurs dépassent les normes algériennes 25 mg/l de consommation humaine .et norme de écosystème Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris et d'êtres vivants planctoniques qui favorise la réduction de la production biologique et une réduction des phénomènes de photosynthèse

La teneur en matière organique (MO) enregistré 2.72 mg/l. Les valeurs sont inférieur à la norme de 3.5mg/l en milieu acide recommandée par des normes d'OMS. Et les normes de consommation humaine<5.

Les teneurs en phosphates observé 0.00 mg/l. Elles sont inférieures à la norme consommation humaine ≤ 5 mg/l.et norme écosystèmes<2 .

Observé La teneur en nitrite mesurant 0.11 mg/l. On peut expliquer que la dégradation des minéraux peut conduire à la formation de nitrites. La présence de nitrites est un bon indice de contamination organique et bactériologique. la valeur inférieur à 0.2 mg/l de norme consommation humain

Les coliformes totaux constituent un groupe hétérogène de bactéries d'origine fécale et Environnementale .les eaux analysées sont caractérisées par la présence d'un nombre de

coliformes totaux. Cela peut être dû à la présence des matières organiques qui accélère la multiplication et le développement des bactéries. Par contre, leur présence est faible est du possiblement a la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

CONCLUSION

Pour conclure, L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan physico-chimique que sur le plan bactériologique.

Notre travail entrepris dans le cadre de ce projet est une contribution de l'impacte de changement climatique sur qualité des eaux du barrage Ghrib qui situé dans la commune de Oued chorfa, wilaya de Ain Defla. Le but de notre étude était de suivre l'évolution de paramètre climatique (température, les précipitations, le vent, l'humidité, ...etc.,) et la qualité physico-chimique de l'eau et biologique de ce barrage en analysant des paramètres sur une période de cinq mois à partir du mois de janvier 2022 jusqu'au mois mai 2022 sur laboratoire des l'analyse de l'eau (ADE) de Médéa. Et la comparer avec une série de données des années précédentes s'étendant de 2010 à 2021 pour la série climatique et de 2006 à 2021 pour 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.

A partir des résultats obtenus sur 10 ans, le barrage de Gharib se distingue par :

D'après l'analyse de diagramme de précipitations on observe que la moyenne annuelle des précipitations qui calculée durant 10 ans (2010_2021) est égale à 386.8mm/an.

La période pluvieuse étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'avril avec Maximum pluviosité de 123 mm/an au mois de novembre et les mois de juin juillet et aout sont les plus sec de 0.47 mm/an.

L'étude réalisée sur la température a estimé les résultats suivants : La température moyenne annuelle est de 19.185°C. et une température minimale de -2.35°C en mois de février et une température maximale de 41.18°C en mois de juillet.

A partir de diagramme ombrothermique, on fait ressortir deux périodes :

Une période de sècheresse estivale s'étend du mois de mai jusqu'à le mois d'octobre pendant 6 mois et deux périodes humide s'étend du fin mois d'octobre jusqu'à le mois de avril avec une durée de 7 mois.

Le quotient pluviothermique d'Emberger obtenue associée au climagramme de la zone de Barrage Ghrib est situé dans l'étage bioclimatique semi- aride à hiver Froid.

Les résultats obtenus sur une période de cinq mois d'observation nous amènent aux Conclusions suivantes :

Les résultats des analyses physicochimiques nous ont permis de classer l'eau de la région de Barrage Ghrib comme claire, plus ou moins neutre et fortement minéralisée.

Les résultats des paramètres indicateurs de pollution révèlent des valeurs en termes de traces Ne voir nulles pour les nitrites et l'ammonium, qui s'annule après traitement et une absence totale du phosphore durant toute la période d'étude.

Les résultats bactériologiques montrent que les eaux brutes venant du barrage Ghrib, sont plus ou moins chargées en différents germes (coliformes totaux, coliformes fécaux et Streptocoques fécaux). Cette charge varie en fonction des conditions climatiques (T°)
Ainsi, on a montré l'efficacité du traitement effectué au niveau des stations de traitement (Ghrib) par l'élimination totale des germes indicateurs de pollution fécale et une forte réduction des germes totaux ce qui confère à cette eau une bonne qualité bactériologique durant la période d'étude.

Enfin, après analyses et discussions sur ce sujet, nous affirmons que le changement climatique a un impact significatif sur la qualité de l'eau du barrage de Ghrib.

.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« A »

ADE : Agences Notionnelles Des Eaux(2022)

ADJI I. (2009) : impact du changements climatiques sur l'énergie éolienne Cas du Niger Msc Génie Sanitaire et environnement maires esphysique à option ER

AZIZOU .A ; MADANI .H .(2014) : Contribution à l'étude climatique et bioclimatique du barrage Ghrib dans la wilaya d'Ain defla. P 4-5

ARNELL N.W. (2006) : Climate change and water resources. In Avoiding dangerous climate change, Schellnhuber H.J (eds.). Cambridge : Cambridge University Press, p. 167-176.

ATTOU.F. (2014) :Thèse doctorat. Dynamique et éco-biologie d'lburuns alburnus (poisson Cyprinidae) dans le lac de barrage de kheddara (W.boumerdes).p 11

ATTAL.M (2016) ; Thèse doctorat.

ACHOUR-BOUAKKAZ NAWEL.(2006): Thèse La Relation entre l'ilot de chaleur urbain, phénomène du changement climatique et la densité du plan bati : cas de la ville d'Alger.

« B »

BARRIOS, S., OUATTARA, B. AND STROBL, E. (2008) :"The impact of climatic change on agricultural production: Is it different for Africa?". *Food Policy.* Vol. 33, n° 4, pp. 287-298.

BARROIN. G, DORIOZ, J.M., DURAND, P. ET MEROT, P. (1996) : Entraînement de l'azote dans les eaux de surface et conséquences sur les écosystèmes aquatiques. En : Lemaire, G. & Nicolardot, B. (Eds.). Maitrise de l'azote dans les agrosystèmes. Colloques de l´INRA 83. INRA Editions, Paris

BERNE. F : Les traitements des eaux dans l'industrie pétroliére, Édition TECHNIP, 1972, 207 p

BLAVOUX Il. (1978) : Etude du cycle de l'eau au moyen de l'oxygène 18 et du tritium. Possibilités ctlimites de la méùlOdc des isotopes du milieu cn hydrologie dc la zone tempéréc. Thèse Doct. D'Etat, Univ. Paris VI, 332p

BOLIN B. (1980) : Climate change and their effects on the biosphere. Genève, OMM

BOUAMRA. A., 2011. Etude de la croissance du sandre, Sandre lucioperca Algériens (Ain Defla, Boumèrdès et Skikda). Ecologie des peuplements animaux. Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene. Alger. Magistère.54p.

BIRANE.S et MERABET.N., 2018. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de barrages Ghrib et Bouroumi. Ecosystème aquatique. Université SAAD DAHLAB. Blida. Mémoire de master .80p

BENATTALLAH H., DAOUDI M., 2017. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux du barrage Ouled Mellouk W.Ain Defla. Mémoire de master

BOUAMRA A,(2017) ; Dynamamique de la population du sandre , sander luciopera (limaeus) dans un systme lacuste Algérien .

« C »

CHEVALIER P., (2003)a. Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, p 4.

« D »

DJILI. M, 2019. Contribution à l'étude de l'âge et de la croissance de la carpe commune *(Cyprinus-carpio Linnaeus, 1758)* de la région de Mascara : cas du barrage Ouizert. Université Djilali Bounaama de Khemis Meliana. Mémoire de master. 44p.

DJELITA B,2015 ; Caractérisation hydrologique et dynamique des polluants dans les eaux des bassins versants de l'Ouest-Algérien : Sources-Estimation-Modélisation. Thèse de doctorat Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene p12.

DUPRARQUE A., RIGALLE P, 2011 : Composition des MO et turn over ; Rôles et

Fonctions des MO, actes du colloque « Gestion de l'état organique des sols », 27 janvier 2011, Agro transfert.

« E »

ELMEDDAHI ; (2016); Les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau, cas du bassin du Cheliff. Thèse de doctorat. Univ Hassiba Ben Bouli-Chlef 199p

ELOUISSI A., 2004 : impact des changements climatiques sur les ressources hydriques et la diversité biologique. Mémoire de magister, C.U.Mascara

EDBERG S. C., RICE E. W., KARLIN R. J., ALLEN M. J., 2000. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, n°88: 106-116. - édition: Masson. P523

EL HAISSOUFI H., BERRADA S., MERZOUKI M., AABOUCH M., BENNANI L.,BENLEMLIH M., IDIR M., ZANIBOU A., BENNIS Y., EL OUALI LALAMI A., (2011). Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc. Rev. Microbiol. Ind . San et Environn. Vol 5, N°1: 37-68.

« H »

HUFTY A, 2005 – introduction a la climatologie .Ed .Québec, Canada .p235

HAMED. M, ***GUETTACHE .A, BOUAMER .L., 2012 :***étude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA BECHAR ; Diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie, Université de Bechar. 44-46p ; 52-53p

« K »

KETTAB.A, 2001 : les ressources en eau en Algérie, stratégies, enjeux et vision, Elsevier science.

KERROUCHE M., 1998 : Changements climatiques et prévision climatique cas de l'Algérie. mémoire d'ingéniorat, I.H.F.R , 1998.

KADI A. (1997) : La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences (Joumal des Sciences Hydrologiques), Vol. 42, N°2, 191-197

KHEDAM H, (2007) L'eutrophisation et suivi du lac de barrage de Ghrib W.AIN Defla

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

« L »

LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F : Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p

« M »

Manuel du cours e climatatologie, Said ELKHITRI; 2003 P04, 05, 06.

MEDDI M., HUBERT J. (2002) : Changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau. Forum international organisé par ACMAD sur les changements climatiques dans les pays méditerranéens et de l'Afrique. Alger

MEDDI M. & BOUCEFIANE A. (2008) : Impact of Climate Change on the renewal of underground water resources (Case Hydrographic Basin Chéliff-Zahrez). Groundwater & Climate in Africa, Kampala, Uganda, 2008

MEDDI, M. HUBERT, P., BENDJOUDI, H : Impact du changement du régime pluviométrique sur les ressources en eau dans le Nord-Ouest de l'Algérie. Hydrologie des régions Méditerranéennes et semi-arides, 1-4 Avril 2003, Montpellier, France.

MEZIANI A, NEDJIMA R,(2019) : Élaboration D'un Modele Numerique
Pour L'estimation De L'évapotation À Partir Des Donn Ées Climatiques Limitees : Cas Du Barrage Réservoirfoum El - Guiss- Khenchela Université d'El-Oued

MOSS B., Backer T., stephen D., **Williams A.,Balayla D ., Beklioglu M .et Cavalho L .(2005)** consequences of reduced nutrient loading on a lake systemin a lowland catchment: Deviation from the norm? Freshwater biology, 50, 1687-1705.

« N »

NABI. M ; 2015 : Le changement climatique et les ressources en eau en
Algérie, comprendre les impacts et construire l'adaptation. Mémoire de fin d'études.p 8

N'DLAYE. **A. D et OULD KANKOU. M. 2014**. Seasonal variation of the water quality of Senegal River (Mauritania). International journal chemical and process Engineering Research. Conscientia Beam. pp 1-9.

NICHANE M., KHELIL.A M.(**2015) :** Changements climatiques et ressources en eau en algerie vulnerabilite, impact et strategie d'adaptation . pp 18.19.20

« P »

PLOTNICOV N.A. (1962) : « Ressources en eau souterraines : Classification et méthodes d'évaluation » GauthierVillas et CIE Editeur Paris

« T »

TARHULE, A. (2011) : Climate Change Adaptation in Developing Countries: Beyond Rhetoric. Climate Variability – Some Aspects, Challenges and Prospects. pp. 163 -180.

« G »

GORNALL, J., BETTS, R., BURKE, E., CLARK, R., CAMP, J., WILLETT, K. AND WILTSHIRE, A. (2010) : "Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first Century". *Phil. Trans. R. Soc. B.* Vol. 365, pp. 2973-2989.

GAUJOUS, D., 1995. La pollution des milieux aquatiques (2éd). Technique et Documentation – Lavoisier, Paris. 223p.

GREGORIO. C, PIERRE-MARIE. B, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 2007, 356 p

« R »

Requier-Desjardins, M. (2010) :"Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation" *Les Notes d'analyse du CIHEAM,* n° 56, pp. 1-15.

Rodier J., Bazin C, Broutin J, Champsaur H et Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème Ed. Dunod. Paris, 1383 pp.

Rodier J., 1976. L'analyse de l'eau. Eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 5ème Ed. Dunod, Paris

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires

REJSEK, F., 2002. Analyse des eaux: aspects réglémentaires et téchniques. Scérén CRDP Aquitiane. 364p

RODIER, LEGUBE.B, MERLET .N, BRUNET .R,(2009) ; L'Analyse de l'eau. Analyse microbiologique des eaux ,9 édition- dunod, paris, p754.

RODIER. J : Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1996, 1260 p.

RODIER .J, Edition 1978

« S »

SELLAM ,N (2012) ; Evolution spatiotemporelle des Rotiféres et copépodes du barrage de Ghrib W.AIN Defla

http://www.greenfacts.org/fr/ressources-eau

https://fr.scribd.com/document/369010161/3-Fiche-cycle-de-leau-web-pdf

file:///C:/Users/2022/Downloads/JournalISTEE-Volume1-Num%C3%A9ro1-Avril2014.pdf

https://www.arecabe.org/les-prises-deau-ou-alimentations-du-canal-de-berry.

https://www.atmosud.org/article/energie-et-climat-etat-des-lieux

- **Se travaille logicielle R le faire l'objet de deux communication de internationale et de communication nationale.**

ANNEXES

Annexe

Tableau de Réactifs et paramètre analysé :

Réactifs	analyse
• Standard de conductivité HACH à 1000 µS/cm • Standard de conductivité à 1413 µS/cm (0.01 M de KCl) • Standard de conductivité à 720 µS/cm (0.005 M de KCl)	**conductivité**
• **Standards:** < 0.1 NTU formazine (100 ml) H 20 NTU formazine (100 ml) HACH 200 NTU formazine (100 ml) HACH 4000 NTU formazine (100 ml) HACH • **Huile de silicone**	**Turbidité**
a) Hydroxyde de sodium, solution 2 N Dissoudre 8 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) dans 100 ml d'eau distillée, conserver dans une bouteille en polyéthylène. **b) Calcium, solution de référence à 100 mg/l** -Une solution mère de commerce titrisol à 1 g/l en calcium peut être utilisée. -Préparation de la solution fille à 100 mg/l de calcium : Introduire 5 ml de la solution mère à 1 g/l de calcium à l'aide d'une pipette dans une fiole jaugée de 50 ml. Ajuster avec de l'eau distillée. On obtient une solution de concentration 100 mg/l. **c) EDTA, solution titrée 0,01 mol/l** Sécher une portion d'EDTA à 80°C pendant 2 heures (étuve), dissoudre ensuite 3,725 g du sel sec dans de l'eau distillée et diluer à 1000 ml. Conserver la solution d'EDTA dans une bouteille en verre et en vérifier le titre de temps à autre (fréquence hebdomadaire), comme suit (détermination du facteur de correction) : **d) Murex ide (indicateur)**	**calcium**

Annexe

a) Solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0,02 mol/l Dissoudre dans l'eau 3.3974 g de nitrate d'argent (AgNO3) séchés au préalable à 105 °C et compléter à 1000 ml dans une fiole jaugée. Si la solution est conservée à l'obscurité dans une bouteille en verre brun munie d'un bouchon en verre, elle reste stable pendant plusieurs mois. La solution est étalonnée avec 10 ml d'une solution étalon de référence de chlorure de sodium (Na Cl) **b)Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4) à 100 g/l** Dissoudre 10 g de chromate de potassium ($K_2C_rO_4$) dans l'eau et diluer à 100 ml **b) Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l** Dissoudre 1.1688 g de chlorure de sodium (Na Cl) séchés au préalable à 105°C et compléter à 1000 ml d'eau distillée.	**chlorures** **(Cl-)**
a) Solution stabilisante Dans une fiole jaugée de 1000 ml, mettre 100 ml d'eau distillée, ajouter successivement 60 ml d'acide chlorhydrique pur (HCl : d= 1.19), 200 ml d'éthanol (C_2H_5OH), 150 g de chlorure de sodium (NaCl) et 100 ml de glycérol ; compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C. **b) Solution de chlorure de baryum ($BaCl_2$) à 0.01N** Peser 150g de chlorure de baryum ($BaCl_2$, ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique ; dans une fiole de 1000ml et compléter jusqu'au trait de jauge. Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C. **c) Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium (Na_2SO_4)** Peser 1,479 g de sulfate de sodium (Na_2SO_4), la mettre dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. La solution se conserve pendant 2 mois si elle est mise à l'abri de la lumière dans un flacon brun à 4°C.	**Sulfate** **($SO4^{-2}$)**

Annexe

a) Réactif mixte Dissoudre 40 gr d'amino-4 benzène sulfonamide ($NH_2C_6H_4SO_2NH_2$) dans un mélange formé de 100ml d'acide orthophosphorique et de 500ml d'eau. Ajouter 2 gr de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane ($C_{10}H_7NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2\text{-}2HCl$), compléter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C. **b) Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l** Dissoudre 0,15 g de nitrite de sodium (séché à 105°c durant au moins 2 h) dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2et 5°C. **c) Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l** Prélever à l'aide d'une pipette 1ml de la solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/l, la transvaser dans une fiole de 100ml et compléter au volume avec de l'eau distillée. Cette solution est préparée le jour de l'emploi.	**Nitrite** **(NO_2^-).**
a) Solution de Salicylate de Sodium à 0.5% Dissoudre 0.5 g de salicylate de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. Conserver dans une bouteille en verre ou en polyéthylène. Préparer cette solution chaque jour au moment de l'emploi. **b) Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.** Dissoudre 30 g d'hydroxyde de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. **c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium** Dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium dans une fiole de 1000 ml, ajouter 60 g de tartrate double de sodium et potassium, laisser refroidir et compléter avec de l'eau distillée. Conserver dans un flacon en polyéthylène. **d) Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré.** **e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l** Dissoudre 1.37 g de nitrate de sodium dans de l'eau et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. **f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l** Diluer 10 ml de la solution mère à 1000 mg/l et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée	**Nitrate (NO3-)**

Annexe

Réactif mélange (solution molybdate acide*)* Dissoudre 13 g ± 0.5 g d'heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté $[(NH_4)_6Mo_7O_{24},4H_2O]$ dans 100 ml ± 5 ml d'eau. Dissoudre 0.35 g ± 0.05 g de tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté $[K(SbO)C_4H_4O_6,½H_2O]$ dans 100 ml ± 5 ml d'eau. Ajouter, tout en agitant, la solution de molybdate à 300 ml ± 5 ml d'une solution d'acide sulfurique à 9 mol/L. Ajouter la solution de tartrate et bien mélanger. Conservé dans une bouteille en verre brun, ce réactif est stable pendant au moins deux mois. **Acide ascorbique, solution, ρ = 100 g/l** Dissoudre 10 g ± 0.5 g d'acide ascorbique ($C_6H_8O_6$) dans 100 ml d'eau. Cette solution est stable pendant deux semaines si elle est conservée dans une bouteille en verre brun au réfrigérateur et peut être utilisée tant qu'aucune coloration n'apparaît.	**Phosphate** **(PO4-3)**
a) Acide sulfurique (H_2SO_4 ; ρ = 1.84 g/ml, 18 mol/l) **b)) Acide sulfurique, c(H_2SO_4) = 7.5 mol/l** Ajouter lentement et sous agitation continue, 420 ml d'acide sulfurique **(a)** à 500 ml d'eau distillée. Laisser refroidir et compléter à 1000 ml. **c) Acide sulfurique, c(H_2SO_4) = 2 mol/l.** Dans une fiole de 1000 ml, ajouter lentement et sous agitation continue, 110 ml d'acide sulfurique**(a)** à environ 500 ml d'eau. Laisser refroidir et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. **d) Oxalate de sodium $Na_2C_2O_4$. Solution mère de concentration 0,05 mol/l.** Sécher à l'étuve l'oxalate de sodium à 120°C pendant 2heures. Dissoudre 6,7 g d'oxalate séché dans de l'eau distillée et compléter à 1000ml dans une fiole jaugée. Cette solution est stable pendant 6 mois si elle est stockée à l'obscurité (flacon brun) à 4°C. **e) Oxalate de sodium $Na_2C_2O_4$. Solution étalon de concentration 5 millimoles/l.** Dans une fiole jaugée de 1 000 ml, introduire 100 ml de la solution mère d'oxalate de sodium **(d**). Compléter au volume avec de l'eau distillée et agiter. Cette solution titrée est stable pendant 2 semaines si elle est stockée à l'obscurité (flacon brun) à 4°C. **f) Permanganate de potassium $KMnO_4$. Solution mère, concentration 20 millimoles/l.** Dissoudre avec de l'eau distillée3,2 g de $KMnO_4$ dans unefiole jaugée de 1000 ml et porter au trait avec de l'eau distillée.	**matières organiques**

Annexe

Chauffer à 90 - 95°C pendant 2 heures. Refroidir et stocker pendant au moins 2 jours. Transvaser et stocker dans une bouteille sombre en évitant de prendre le culot. La solution est stable 3 mois à température ambiante. **j) Permanganate de potassium $KMnO_4$. Solution titrante de concentration 2millimoles/l.** Dans une fiole jaugée de 1000 ml, introduire 100 ml de la solution mère **(f)**, compléter au volume avec de l'eau distillée et agiter. Cette solution est stable au moins deux mois, stockée dans un flacon brun et à 4°C. **k) Résorcinol, solution mère (1 g/l)** Dans unefiole jaugée de 1000 ml, dissoudre 1,00 g de résorcinol dans environ 500 ml d'eau distillée. Porter au trait avec de l'eau distillée. La solution est stable pendant 2 mois à température ambiante. **l) Résorcinol, solution de contrôle qualité (1,0mg/l)** Dans unefiole jaugée de 1000 ml, diluer 1 ml de la solution mère de résorcinol (1g/l) dans environ 500 ml d'eau distillée. Porter au trait avec de l'eau distillée. La solution est à préparer extemporanément**.**	
a) Réactif coloré Dissoudre 130 g de salicylate de sodium et 130 g de citrate trisodique di hydrate dans l'eau contenue dans une fiole de 1000ml, ajouter 0,97 g de nitroprussiate de sodium et compléter à 1000ml avec de l'eau distillée. Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines **b) Solution de Dichloroisocyanurate de sodium** Dissoudre 32 g d'hydroxyde de sodium dans 500ml d'eau et laisser refroidir à température ambiante, ajouter 2 g de Dichloroisocyanurate di-hydraté, compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines. **c) Solution mère étalon d'ammonium 100 mg/l** Dissoudre 0,297g de chlorure d'ammonium (séché à 105°C pendant au moins 2h) dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est conservée dans un flacon en verre et est stable au moins un mois. **d) Solution fille étalon d'ammonium 1 mg/l** Prélever à l'aide une pipette 1ml de la solution étalon d'ammonium de 100mg/l. Verser dans une fiole de 100 ml et compléter au volume avec de	**L'ammonium** **(NH_4^+).**

Annexe

l'eau distillée. Préparer cette solution le jour de l'emploi. La durée de conservation ne dépasse pas 24h. **e) Solution de lavage** Dissoudre 100 gd'hydroxyde de potassium dans 100 ml d'eau distillée. Refroidir la solution et ajouter 900 ml d'éthanol 95%. Conserver dans un récipient en polyéthylène.	
a) Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l Dissoudre 10 g de chlorhydrate hydroxylamine ($NH_2OH.HCL$) dans l'eau distillé et compléter à 100 ml. Cette solution est stable pendant une semaine. **b) Solution tampon acétate** Dissoudre 40 g d'acétate d'ammonium (CH_3COONH_4) dans l'eau, ajouter 50 ml d'acide acétique cristallisable (CH_3COOH) et complété à 100 ml. **c) Solution de phénantroline-1,10** Dissoudre 0.5 g de chlorure de phénantroline 1.10 monohydrate ($C_{12}H_9CIN_2.H_2O$) dans l'eau distillé et complété à 100 ml. Cette solution est stable pendant une semaine si elle est conservée à l'obscurité.	**Le Fer**
a) Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %. **b) Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N** Diluer **0,82** ml de l'acide chlorhydrique concentré à 37 % **(a)** et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.	**Titrealcalimétrique** **(TAC) et (TA)**

Annexe

❖ Matériels des analyses physico-chimiques :

Matériel pour échantillonnage
• **Flacons ou bouteilles de 250 ml.**
Appareillage et verrerie
• **Béchers de 50ml et de 100ml.** • **Conductimètre.** • **Entonnoirs** • **Eprouvettes de 25 et de 100ml.** • **Etuve réglable.** • **Fioles jaugés.** • **pH-mètre.** • **Pipettes graduées de 5ml, 15ml, 20ml, 25ml et 100ml.** • **Pissette d'eau distillée.** • **Spectrophotomètre.** • **Turbidimètre** • **Photomètre a flamme.**

❖ Matériels des analyses bactériologiques:

Matériel pour échantillonnage
• **Flacons en verre stériles** • **Glacière**
Matériel pour analyse
• **Compteur de colonies** • **Bec bunsen.** • **Briqué ou allumettes.** • **Des pinces.** • **Etuve à22°C,37°C , 44°C.** • **La rampe de filtration.** • **Les membranes de filtration.** • **Réfrigérateur.** • **Les Boittes de Pétri.**

- **Pipettes pasteurs stériles à usage unique.**
- **Tubes à essai stériles.**

Milieu de culture

- **Gélose lactoses au TTC** et au Tergitol 7 agar. (c'est le milieu de recherche et de dénombrement des coliformes.

- **La Gélose de SLANETZ.**(pH=7.2). (c'est Le milieu de dénombrement des streptocoques)

- **Gélose TGEA** .Gélose tryptophane - glucose de levure-agar en g/l d'eau distillée (c'est le milieu de dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau brut)



Figure N°01: pH-mètre.



Figure N°03: Conductimètre



Figure N°04 : Turbidimètre

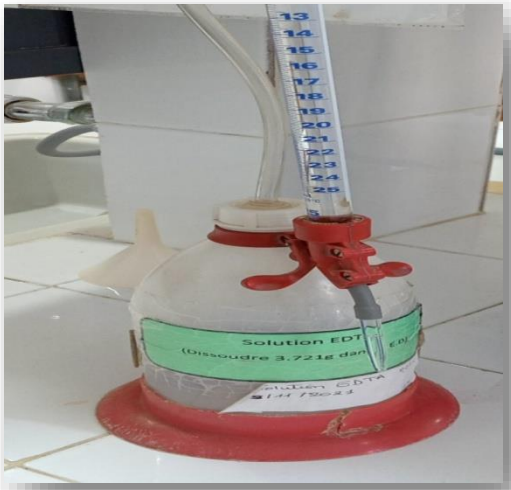


Figure N°05 : Dosage du Calcium par Titrage a



Figure N°07: Détermination des Sulfates

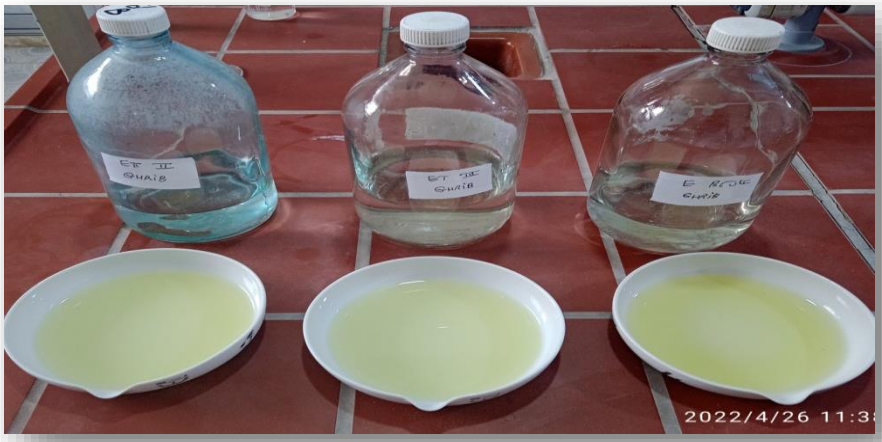


Figure N°08 : Dosage des nitrates



Figure N°10 : mesure de M.O

Annexe

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°13

(9 mars 2014)

Paramètre de qualité de l'eau de consommation humaine

Tableau : paramètres avec valeurs limites

Groupe De Paramètres	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES	
Paramètres Organoleptiques	Couleur	mg/l platine	15	
	Turbidité	NTU	5	
	Odeur à 25°C	Taux dilution	4	
	Saveur à25°C	Taux dilution	4	
Paramètres Physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO3		
	Calcium	mg/l	200	
	Chlorure	mg/l	500	
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800	
	Dureté (TH)	mg/l CaCO3	500	
	Fer total	mg/l	0.3	
	Manganèse	µg/l	50	
	Phosphore	mg/l	5	
	Potassium	mg/l	12	
	Sodium	mg/l	200	
	Sulfates	mg/l	400	
	Température	°C	25	
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0.2	
	Ammonium	mg/l	0.5	
	Nitrates	mg/l	50	
	Nitrites	mg/l	0.2	
	Oxydabilité	mg/l	5	
	Manganèses	mg/l	**E.SURF=01**	**E.SOUT= 0.05**
	Phosphore	mg/l	**E.SURF=** 10	**E.SOUT=** 05
Paramètres microbiologique	Escherichia Coli	n/100ml	**E.SURF=** 20000	**E.SOUT=** 20
	Entérocoques	n/100ml	**E.SURF=** 10000	**E.SOUT=** 20
	Salmonelles	-	**E.SURF=** Absence de1000ml	**E.SOUT=** Absence de 5000ml

Annexe

Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 11-219

Paramètres Organoleptiques	**UNITES**	**N.A(E.B)**		**Minéralisation Globale**		**N.A(E.B)**	
		SURF	**SOUT**	**UNITES**		**SURF**	**SOUT**
Couleur	mg/l E.PT	200	20	Calcium	mg/l	--	--
Odeur à 25°C	-	20	3	Magnésium	mg/l	--	--
Paramètres Physico-chimiques	**UNITES**	**N.A(E.B)**		Dureté (Totale)	mg/l CaCO3	--	--
		SURF	**SOUT**				
Concentration en ions hydrogéne	Unité PH	>6.5 et <9 =		Sodium	mg/l	--	--
Conductivité à 25°C	µS/cm	2800		potassium	mg/l	--	--
Température	°C	25		Chlorures	mg/l	600	500
Turbidité	NTU	--		Sulfates	mg/l	400	400
O2 dissou	mg/l	30	>70	Nitrates	mg/l	50	50
MES	mg/l	25	25	Bicarbonates	mg/l	--	--
TDS	mg/l	--		TAC	mg/l CaCO3	--	--
Paramètres de Pollutions	**UNITES**	**N.A(E.B)**		**Paramètres Indésirables**	**UNITES**	**N.A(E.B)**	
		SURF	**SOUT**			**SURF**	**SOUT**
Ammonium	mg/l	4	0.5	Fer	mg/l	1	0.3
Nitrites	mg/l	--		Manganèse	mg/l	1	0.5
Phosphore	mg/l	10	5	**Paramètres Ionique**	**UNITES**	**N.A(E.B)**	
M.O	mg/l	--				**SURF**	**SOUT**
DBO5	mg/l O2	7	<3	Fluorures(F-)	mg/l	2	1.5
DCO	mg/l O2	30	--	Cyanures (CN-)	mg/l	100	50
NTK	mg/l	3	1	Bromures (Br-)	mg/l	--	--
Paramètres Bactériologique	**UNITES**	**N.A(E.B)**		Iodures (I-)	mg/l	--	--
		SURF	**SOUT**				
Coliformes totaux	/	/		Sulfure d'hydrogène (H2S)	mg/l	--	---
Escherichia Coli	n/100ml	20 000	20				
Entérocoques	n/100ml	10 000	20				

N.A : Norme **A**lgérienne relative au décret exécutif N° 11-219

E.B : Eau **B**rute **;SURF : S**urface **; SOUT :S**outerraine.

Annexe

Tableau : Normes de qualité des eaux des masses d'eau naturelles (SEQ-Eau) (2014)

Eléments de qualité (=Altérations) Paramètres		***Limites inférieures***				
		Mauvais	***Médiocre***	***Moyen***	***Bon***	***Très bon***
Matières phosphorées (mgP/l)	PO43 (mg/l)	0.1	0.5	1	2	
	Orthophosphates	*>0.66*	*0.66*	*0.33*	*0.16*	*0.033*
Matières azotrées (mgN/l)	Nitrates	*>16.94*	*16.94*	*11.3*	*5.65*	*1.13*
	Nitrites	*>0.3*	*0.3*	*0.16*	*0.09*	*0.03*
	Azote ammoniacal	*>3.9*	*3.9*	*1.56*	*0.39*	*0.078*
	Azote Kjedahl	*>10*	*10*	*4*	*2*	*1*
Température	Température (°C)	*>28*	*28*	*25*	*21.5*	*20*
Acidification	pH minimum	*>4.5*	*4.5*	*5.5*	*6*	*6.5*
	pH maximum	*>10*	*10*	*9.5*	*9*	*8.2*
MES (mg/l)	MES	*>150*	*150*	*100*	*50*	*25*
Minéralisation (mg/l)	Chlorures	*>350*	*350*	*250*	*150*	*50*
	Sulfates	*>350*	*350*	*250*	*150*	*50*
Aluminium(Sg/l)	pH>6.5	5	10	50	100	>100
	pH<6.5	100	200	400	800	>800

Perspective

Malheureusement, alors que nous attendions au niveau du laboratoire d'analyse de l'eau (ADE) à Médéa nous n'avons Malheureusement pas pu effectuer certaines analyses au laboratoire car il n'est pas disponible comme l'oxygène dissous dans l'eau, algue et chlorophylle (a).