

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



Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Par : Melle BOUALLAOUI Meriam

**Thème :**

**Contribution à la caractérisation de la qualité physico-chimique et microbiologique des effluents traités de la station d'épuration (STEP). (Cas da willaya de GHARDAIA).**

Soutenu publiquement le //, devant le jury composés de :

HEMMAM Salima	MAB	Université Ghardaïa	Présidente
NEGAIS Hamza	MAA	Université Ghardaïa	Encadreur
KEBBAB Leila	M AA	Université Ghardaïa	Examinatrice

Année universitaire : 2021/2022



*Dédicaces*

*A mes chers parents, a ma très chère mère, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A ma chère sœur YASMINE*

*A mes chers frères, MOHAMED et ABDALGHANI, pour leur appui et leur encouragement,*

*A toute ma famille, BOUALLAOUI et SALEM pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,*

*Merci d'être toujours là pour moi a mon chère ami LAMINE*

***Meriam***

## *Remerciements*

*A Dieu le tout-puissant pour m'avoir protégé et guidé depuis le commencement de ma vie, pour l'intelligence gratuite à pouvoir rédiger ce mémoire.*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.*

*Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif du département de biologie université GHARDAIA pour la richesse et la qualité de leurs enseignements et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.*

*Nous tenons à remercier sincèrement Mr NEGAIS Hamza, qui en tant qu'encadrant de mémoire, et pour qu'il accepté de encadrement.*

*Nous remercions les honorables membres du jury, M<sup>me</sup> KEBBAB L. pour avoir examiné mon travail et M<sup>me</sup> HEMMAM S. d'avoir examiné et présidé le jury.*

*Des remerciements s'adressent aux personnes suivantes pour leur contribution et aide pour la confection de cette publication.*

- à toute l'équipe laboratoire microbiologie de nos l'université de (GHARDAIA) tous personnes a son nom (NADJAT, BACHIR, HICHAM, Mr MOLAY).*
- Mr MAHFOUDE, directeur de STEP, Mr BARKA et BACHIRE, le chimiste de la STEP de Ghardaïa et à tout les personnes de la station d'épuration de Ghardaïa, Je tiens à remercier qui ont contribué au succès de mon pratique et qui m'ont aidée lors de mes échantillonnages.*

*On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience. Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à toutes et à tous.*

## Liste des abréviations

---

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

**CE** : Conductivité électrique

**DBO5** : Demande Biochimique en Oxygène pendant cinq jours

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**DSA** : Direction des Services Agricoles

**EB** : Eau brute

**EE** : Eau épurée

**FAO** : Food Agriculture Organisation (organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**MES** : Matières en Suspensions

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ONA** : Office National de l'Assainissement

**ONM** : Office National Météorologique

**PH** : potentiel d'Hydrogène

**SASS** : Système d'Aquifère du Sahara Septentrional

**STEP** : Station d'épuration

**BCPL** : Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocésol

**SC** : Simple Concentration

**DC** : Double Concentration

**NPP** : Nombre le Plus Probable

**Sal** : Salinité

**ADE** : Algérienne Des Eaux

## Listes des tableaux

Titre	Page
Tableau 01 : Normes de rejet des eaux usées (OMS, 2005)	17
Tableau 02 : valeurs limitées maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles (JORA, 1993)	17
Tableau03 : Normes européenne de rejet des eaux usées	18
Tableau 04 : Les daïras et les communes de la wilaya de Ghardaïa	21
Tableau 05 : La population totale de la wilaya de Ghardaïa	22
Tableau 06 : Données climatiques de la ville de Ghardaïa	26
Tableau 07 : les données de bases de la STEP (STEP Ghardaïa, 2013)	34
Tableau 08 : la variation de la température de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa	54
Tableau 09 : la variation de pH de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa	55
Tableau 10 : la variation de salinité de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa	56
Tableau 11 : variation de conductivité électrique de l'eau brute et épurée de la station d'épuration Ghardaïa	57
Tableau 12 : la variation de l'oxygène dissous de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa	59
Tableau 13 : Les valeurs de MES de l'eau brute et traitée	61
Tableau 14 : Les valeurs de DBO5 de l'eau brute et traitée	62
Tableau 15 : Les valeurs de DCO de l'eau brute et traitée	64
Tableau 16 : Résultats des analyses bactériologiques	65
Tableau 17: statistiques liées aux coliformes totaux	66
Tableau 18 : statistiques liées aux coliformes fécaux	67
Tableau 19 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux brutes et traitées de la STEP de Ghardaïa	ANNEXE 01
Tableau 20 : Résultats des analyses de la DCO, DBO5, MES des eaux brutes et traitées de la STEP de Ghardaïa	ANNEXE 02
Tableau 21 : Tableau de MAC GRADY	ANNEXE 03
Tableau 22 : Exemple sur le calcul de l'NPP	ANNEXE 04

## Liste des figures

Titre	Page
Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa	20
Figure 2 : Coupe géologique schématisée de la vallée du M'Zab	23
Figure 3 : Domaine du Système d'Aquifère du Sahara Septentrional	25
Figure 4 : Température moyenne mensuelle et annuelle de station de Ghardaïa	27
Figure 5 : Graphique des cumuls pluviométriques moyenne mensuelle annuels de la période (2009-2020)	27
Figure 6 : Diagramme Ombrothermique	28
Figure 7 : Climagramme d'EMBERGER de Ghardaïa	29
Figure 8 : situation géographique de la STEP	32
Figure 09 : Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF	33
Figure 10 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	49
Figure 11 : Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux	50
Figure 12 : Recherche des spores de Clostridium sulfito-réducteurs	51
Figure 13 : Variation journalière de la température des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa	54
Figure 14 : Variation journalière du potentiel d'hydrogène (pH) des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.	55
Figure 15 : Variation journalière de la salinité des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa	56
Figure 16 : Variation journalière de la conductivité électrique des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa	57
Figure 17 : Variation journalière de l'oxygène dissous des eaux usées brutes (après un traitement primaire) et des eaux traitées de station de Ghardaïa	58
Figure 18 : Variation mensuel de MES des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa	60
Figure 19 : Rendement d'élimination mensuel de MES de station de Ghardaïa.	60
Figure 20: Variation mensuel de DBO5 des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa	62
Figure 21 : Rendement d'élimination mensuel de la DBO5	62
Figure 22 : Variation mensuel de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées de station de Ghardaïa	63
Figure 23 : Rendement d'élimination mensuel de la DCO.	64
Figure 24 : Évolution des coliformes totaux des eaux traitées da station de Ghardaïa	66

## Liste des figures

---

Figure 25 : Évolution des coliformes fécaux des eaux traitées da station de Ghardaïa..	67
--	----

## Liste des photos

---

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Photo N°02 : Dégrilleur et dessableur</b>	36
<b>Photo N°03 : répartiteurs principales vers les bassins primaires et secondaires</b>	37
<b>Photo N°04 : Lagunes primaires et secondaires</b>	38
<b>Photo N°05 : lits de séchage</b>	38
<b>Photo N°06 : rejet final vers oued M'Zab</b>	39
<b>Photo N°07 : Conductimètre</b>	43
<b>Photo N°08 : pH-mètre</b>	44
<b>Photo N°09 : Oxymètre</b>	45
<b>Photo N°10 : Pompe à vide</b>	46
<b>Photo N°11 : Matière en suspension</b>	46
<b>Photo N°12 : Spectrophotomètre et Réactives</b>	46
<b>Photo N°13 : DBO-mètre</b>	47
<b>Photo N°14 : test confirmatif des Streptocoques fécaux des eaux brutes et traitées</b>	Annexe 05
<b>Photo N°15 : Incubation des tubes à essais</b>	Annexe 05
<b>Photo N°16 : Teste de confirmation pour les streptocoques fécaux</b>	Annexe 05
<b>Photo N°17 : résultats incubation des tubes de coliformes totaux</b>	Annexe 05
<b>Photo N°18 : Recherche du clostridium sulfite-réducteurs</b>	Annexe 05



## Table de matière

Titre	Page
<b>Introduction générale</b>	<b>01</b>
<b>Partie I : Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur les eaux usées</b>	
I.1.Introduction	<b>06</b>
I.2.Définition des eaux usées	<b>06</b>
I.3. Origine et nature des eaux usées à traiter	<b>06</b>
I.4.Composition des eaux usées	<b>07</b>
I.5.Principaux paramètres de la pollution	<b>08</b>
I.5.1. Les paramètres physiques	<b>08</b>
I.5.1.1.Température	<b>08</b>
I.5.1.2. La turbidité	<b>09</b>
I.5.1.3 La conductivité électrique (CE)	<b>09</b>
I.5.1.4Les matières en suspension (MES)	<b>09</b>
I.5.1.5.Oxygène dissous (O2 dissous)	<b>09</b>
I.5.2.Les paramètres chimiques	<b>10</b>
I.5.2.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)	<b>10</b>
I.5.2.2.La demande chimique en oxygène (DCO)	<b>10</b>
I.5.2.3.La demande biochimique en oxygène (DBO 5)	<b>10</b>
I.5.3.Caractérisation bactériologique	<b>10</b>
I.5.3.1.Définition et nature des coliformes	<b>11</b>
I.5.3.2.Les coliformes fécaux (CF)	<b>11</b>
I.5.3.3.Les streptocoques totaux et fécaux	<b>11</b>
I.5.3.4.Les spores de Clostridium sulfito-réducteurs	<b>11</b>
I.6.Conclusion	<b>12</b>
I.7.traitement des eaux usées	<b>12</b>
I.7.1.Introduction	<b>12</b>
I.7.2.Méthode de traitement	<b>12</b>
I.7.2.1.Prétraitement	<b>12</b>
I.7.2.2.Traitement primaires : physicochimique	<b>13</b>
I.7.2.3.Traitement secondaire : traitement biologique	<b>13</b>
I.7.2.4. traitement tertiaires	<b>14</b>
I.7.8.Conclusion	<b>14</b>
<b>CHAPITRE II : Normes de rejets</b>	
II.1.Introduction	<b>16</b>
II.2.Normes de rejets dans un milieu récepteur	<b>16</b>
II.3. Milieu récepteur	<b>16</b>
II. 4.Normes de rejet OMS	<b>16</b>
II.5 Normes de rejet national	<b>17</b>
II.6. Les normes européennes	<b>17</b>
II.7. Conclusion	<b>18</b>
<b>Chapitre III : Présentation de la zone d'étude</b>	
III.1. Introduction	<b>20</b>
III.2. Situation géographique	<b>20</b>
III.3. Démographie	<b>21</b>
III.4. Aspect hydrologique	<b>22</b>

## Table de matière

III.5. Géologie	22
III.6. Aspect hydrogéologique...	23
III.6.1Nappe phréatique	23
III.6.2.Nappe du Continental Intercalaire	24
III.7. Agriculture	25
III.8. Climat	26
III.9. Température	26
III.10. Précipitation	27
III.11. Synthèse des données climatiques	28
III.12.1. Diagramme Ombrothermique_	28
III.12.2. Climagramme d'EMBERGER	28
III.13.Conclusion	29
<b>Partie II : Matériels et Méthodes</b>	
<b>Chapitre IV : Présentation de la station d'épuration de la ville de Ghardaïa</b>	
IV.1. Introduction	32
IV.2. Situation géographique de la STEP d'EL Atteuf ( kafeldakhan)	32
IV.3. Caractéristiques	33
IV.4. Dimensionnement de la STEP de Ghardaïa.	33
IV.5. Ouvrages du traitement des eaux et des boues	34
IV.6. Les différentes étapes de traitement des eaux usées	35
IV.6.1. Prétraitement	35
IV.6.2. Traitement primaire	37
IV.6.3. Traitement secondaire	37
IV.6.4. Traitement des boues	38
IV.7. Evacuation des eaux traitées	39
IV.8. Conclusion	39
<b>Chapitre V : Échantillonnage et analyse des eaux usées</b>	
V.1.Introduction	41
V.2.Objectif d'étude	41
V.2. Prélèvement et Echantillonnage des eaux usées	41
V.3. Transport et conservation des échantillons	42
V.3.1. Mesure de la température, CE, SAL,	42
V.3.2.Mesure de Ph	43
V.3.3. Mesure de O2 dissous	44
V.3.4.Mesure MES	45
V.3.5.Mesure La demande chimique en oxygène (DCO)	46
V.3.6.Mesure La demande biochimique en oxygène (DBO5)	47
V.4. Analyses bactériologiques des eaux usées brutes et épurées	48
V.4.1.Recherche et dénombrement des germes totaux	48
V.4.2.Recherche des Streptocoques totaux et fécaux	50
V.4.3. Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs	51
V.5. Conclusion	51
<b>Partie III : Résultats et discussions</b>	
<b>Chapitre VI: Résultats et discussions</b>	

## Table de matière

---

VI.1. Introduction	53
VI.2.Résultats physiques	53
VI.2.1.La température	53
VI.2.2.Le potentiel d'hydrogène (pH)	54
VI.2.3. La salinité	55
VI.2.4. La conductivité électrique (CE)	56
VI.2.5.L'oxygène dissous	57
VI.2.6.Matières en suspension	59
VI.2.7.La demande biochimique en oxygène (DBO5)	61
VI.2.8.La demande chimique en oxygène (DCO)	63
VI.3.Résultats des éléments bactériologiques	64
VI.3.1.Coliforme totaux	65
VI.3.2.Coliforme fécaux	66
VI.4.Conclusion	67
<b>Conclusion générale</b>	<b>69</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexe</b>	



**INTRODUCTION  
GENERALE**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

Partout il y a moins d'eau pour boire ou pour l'irrigation, et au lieu de consommer l'eau des rivières et des lacs, une autre possibilité est l'utilisation des eaux usées. Une méthode efficace et écologique, rarement utilisée. Dans un monde où la demande en eau douce augmente sans cesse, et où les ressources en eau limitées subissent de plus en plus des contraintes du fait de la surexploitation, de la pollution et des changements climatiques, il est tout simplement impensable de négliger les opportunités qu'offre l'amélioration de la gestion des eaux usées.

L'Algérie a lancé un vaste programme de récupération des eaux usées d'une part, et d'autre part de protéger l'environnement contre l'impact négatif de ces eaux à travers l'installation des stations d'épuration (STEP).

La wilaya de Ghardaïa a bénéficié d'une station d'épuration de type lagunage naturel, localisées à El Atteuf. Dont elle reçoit les eaux usées de l'agglomération de Ghardaia, bounoura et El Atteuf et les traite par voie biologique. Cette station a été installée, notamment pour la raison de supprimer les nuisances dans les zones urbaines, de protéger la nappe phréatique ainsi que le milieu récepteur.

Mes études ont pour objectif d'étudier la qualité des effluents traités de la station d'épuration (STEP) de wilaya de GHARDAIA, par des suivis des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Ensuite, on a comparé avec les normes nationales et internationales pour évaluer l'appréciation des performances de la station d'épuration d'GHARDAIA et étudier l'efficacité du traitement biologique dans la réduction de la pollution par les eaux usées de STEP. Pour cela plusieurs questions se posent :

- Est-ce que ce procédé d'épuration est convenable pour cette région, notamment leur efficacité d'abattement de la charge polluante, ou il nécessite un traitement complémentaire ?
- Les eaux usées épurées issues de la station, sont-elles conformes aux normes des rejets ?

Cette étude s'articule autour de trois grandes parties dont:

- La première se rapporte à une synthèse bibliographique à propos des connaissances sur les eaux usées et leur traitement.

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

- La deuxième partie est consacrée aux matériels et méthodes, dont on a présenté dans cette partie notre site d'étude, l'approche méthodologique de recherche adopté, et les différentes méthodes d'analyses utilisés dans cette étude.
- La troisième partie expose les résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques, ainsi que leur discussion.

Et nous terminerons par une conclusion générale avec quelques perspectives.

**PARTIE I**  
**SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I**  
**Généralités sur des eaux usées**



**I.1.Introduction**

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

**I.2. Définition des eaux usées**

Les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (RAMADE, 2000). Elle regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). (BAUMONT ET *al*, 2004).

**I.3. Origine et nature des eaux usées à traiter**

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico –chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles (RICHARD, 1996).

**I.3.1. Les eaux usées domestiques**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont essentiellement porteuses de polluants organiques. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc., et en eaux-vannes qui sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (CIEAU, 2013).

Les eaux domestiques se composent d'eaux noires (excrétas, urine et boues de vidange, c'est-à-dire des eaux usées sanitaires) et d'eaux grises (eaux usées provenant de la cuisine et du bain) (DRECHSEL *et al*, 2011).

**I.3.2 Les eaux usées industrielles**

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences etc ....), qui sont Caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution (KHADRAOUI et TALAB ,2008).

**I.3.3. Les eaux usées agricoles**

Il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraîne des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants et d'insecticides.
- En région viticole, apport de sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (RICHARD, 1996).

### **I.3.4 Les eaux usées pluviales**

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une Précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes:

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées,
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs.

## **I.4. Composition des eaux usées**

La pollution des eaux usées se manifeste sous forme minérale organique et microbiologiques (GAID,1984). La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes (BAUMONT et *al*, 2005).

### **I.4.1 Microorganismes**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales ; cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes (TOZE, 1999).

### **I.4.2. Matières en suspension et matière organique**

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable ; elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures

(BAUMONT *et al*, 2005). Une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que le bouchage des systèmes d'irrigation (BELAHMADI, 2011).

### **I.4.3. Substances nutritives**

Les nutriments se trouvent en grande quantité dans l'eau usée et constituent de ce fait un paramètre de qualité important pour la valorisation de ces eaux en agriculture et en gestion des paysages . L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo - éléments, principalement le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouve en quantité appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. (NEGAIS, 2015). La présence de potassium, phosphate et nitrates dans les eaux dans une moindre mesure peut avoir un impact bénéfique sur les cultures dans le cas d'une réutilisation agricole (BAUMONT *et al*, 2005).

### **I.4.4.Éléments traces**

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluore, l'aluminium, le nickel, le chrome, le sélénium et l'étain. L'accumulation de ceux-ci aux couches supérieures du sol peut avoir pour conséquent, à terme, des risques sur le développement, la santé des hommes et des animaux (FABY et BRISSAUD, 1998).

## **I.5.Principaux paramètres de la pollution**

### **I.5.1 Les paramètres physiques**

#### **I.5.1.1 Température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (GAUJOUS, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (RODIER et *al*, 2005).

### **I.5.1.2 La turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc. La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (RODIER, 1996). Elle se mesure par un turbidimètre et s'exprime en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

### **I.5.1.3 La conductivité électrique (CE)**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (BEN CHEHEM et *al*, 2014). Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2015).

### **I.5.1.4 Matières en suspension (M.E.S)**

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (GAID, 1984). La fraction organique de ces matières en suspension constitue un support parfait pour la pollution chimique et surtout microbiologique, de plus ces éléments vont être incorporés aux sédiments et pourront être rendus de nouveau disponibles lors des remises en suspension de la phase sédimentaire (SADOWSKI, 2002).

Les MES sont exprimées en mg/L et ont un impact direct sur le milieu par l'augmentation de la turbidité.

### **I.5.1.5 Oxygène dissous (O<sub>2</sub> dissous)**

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10

mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau, l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l. (TFYECHE, 2014).

### **I.5.2. Les paramètres chimiques**

#### **I.5.2.1 Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de pH (RODIER, 1996).

#### **I.5.2.2 La demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (RODIER, 1996). Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu.

L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O<sub>2</sub>/l. (TARADA et HENR, 1992).

#### **I.5.2.3 La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO<sub>2</sub> les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique. La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (TARADAT et HENR, 1992).

### **I.5.3 .Les paramètres biologiques**

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries et virus) dont certains sont pathogènes. Les micro-organismes présents dans les eaux usées sont à l'origine du traitement biologique, ils sont constitués :

- Des germes pathogènes (mycobactéries, colibacilles etc...)
- Des parasites (Kyste d'amibes, des œufs de vers etc...)
- Des champignons (BECHAC et *al*, 1984).

**I.5.3.1. Définition et nature des coliformes**

Sous le terme de coliformes, sont regroupées, certaines espèces bactéries appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. " Bacille à Gram négatif, non sporogones, oxydase négatif, facultativement anaérobie, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 C" (FRANK, 2002).

**I.5.3.2. Les coliformes fécaux (CF)**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés de Les coliformes totaux (des organismes en bâtonnets, gram (-), facultativement anaérobies capables de fermenter le lactose à des températures 44°C. Les coliformes fécaux comprennent les espèces d'Escherichia Coli, Salmonella...etc. La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux sont un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine (RODIER, 2005).

**I.5.3.3. Les streptocoques totaux et fécaux**

Sont considérées comme streptocoques fécaux, toutes les bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales, Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant, y compris dans les milieux salés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (OMS, 1979).

**I.5.3.4. Les spores de Clostridium sulfito-réducteurs**

Les bactéries du genre Clostridium sont des bacilles à Gram positif, anaérobies strictes, mobiles sporulant, catalase négative. La recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs, permettent de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies, caractérisées par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant plus au moins activement les sulfites en sulfures (ATOUSSE et ATTAB, 2007).

## **I.6. Conclusion**

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

## **I.7. Traitement des eaux usées**

### **I.7.1. Introduction**

Lorsque l'homme utilise l'eau il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement. C'est ce que l'on appelle l'eau usée. Cette eau usée peut contenir différents polluants. On a donc tout d'abord commencé à la traiter pour des raisons sanitaires.

### **I.7.2. Les méthodes de traitements**

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en trois catégories : les traitements primaires, secondaires et tertiaires. On peut également tenter une classification physique et biologique qui revient grossièrement à distinguer d'un côté les traitements primaires et de l'autre les traitements secondaires et tertiaires.

#### **I.7.2.1. Le prétraitement**

Le prétraitement se poursuit par l'élimination des particules denses ou abrasives ; cette étape est souvent couplée avec l'élimination des flottants. Il s'agit principalement des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) (DEGREMONT, 1989).

#### **Dégrillage**

Le dégrillage premier poste de traitement permet:

- De protéger les ouvrages contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements d'eau et de boues (DEGREMONT, 2005).

#### **Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion (LABADI et MOUKAR, 2010).

### **Dégraissage – Déshuilage**

Le dégraissage et le déshuilage permettent de séparer les huiles et les graisses qui tendent généralement à remonter en surface des eaux usées et d'entraîner sur des déversoirs pour les évacuer (BOUZIANI, 2000).

### **I.7.2.2. Traitements primaires (physico-chimiques) :**

Le traitement primaire au sens strict est un traitement physico-chimique. Il est possible d'ajouter dans l'eau des agents coagulants et flocculants. On peut alors récupérer un grand nombre de particules en suspension par décantation ou flottation. (Boues physico-chimiques)

Cette étape permet d'éliminer 90% des particules et objets en suspension. (SOLENE et *al*, 2013). Elle est commune à une très grande majorité des stations d'épuration. Mais il reste alors dans l'eau tout ce qui y est dissous : éléments azotés, phosphatés, composés actifs et des particules fines. Se rajoutent ensuite les traitements secondaires voire tertiaires.

### **I.7.2.3. Traitements secondaires (biologiques) :**

Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O<sub>2</sub> pour leur métabolisme. On en distingue différents types :

**Le lagunage naturel** : Les eaux usées sont stockées dans des plans d'eau peu profonds : les lagunes. L'activité microbienne se fait naturellement : échange avec l'atmosphère, photosynthèse. . . Des aérateurs peuvent être utilisés pour brasser l'air et optimiser l'activité des bactéries. Ces processus induisent la formation de boues de lagunage au fond des bassins qui sont récupérées.

**Les boues activées** : On force ici le mélange du dioxygène, des eaux usées et des bactéries dans des bassins. Les espèces sont sélectionnées selon ce que l'on souhaite éliminer : carbone, azote, phosphore. Les bactéries et leurs déchets du métabolisme forment, dans un bassin



appelé clarificateur, des boues (boues secondaires) qui sont ensuite traitées et utilisées pour la fertilisation des sols par exemple. Une partie de ces boues retourne dans les bassins pour éviter une trop grande perte en bactéries.

- Les biofiltres et filtres bactériens : On peut également faire percoler l'eau à travers un matériau où se développent des bactéries. Cela peut être des galets ou des supports (lits bactériens) ou des argiles cuites, des schistes, des sables. . . (biofiltres). Ces traitements sont utilisés en plus du processus des boues activées, permettant d'éliminer une plus grande diversité de polluants. En effet, on va alors concentrer les bactéries et ainsi localiser leur action, la rendant plus efficace. De nombreuses stations d'épuration cumulent aujourd'hui les traitements primaires et secondaires.

Certaines plus rares utilisent des traitements avancés ou tertiaires. En effet, à la fin des traitements secondaires, il reste encore dans l'eau des éléments dissous que les bactéries n'auront pas absorbés (azote, phosphore) et des éléments qu'elles ne sont de toute manière pas aptes à traiter (œstrogènes par exemple).

#### **I.7.2.4. Traitements tertiaires**

Ces traitements sont à la fois physico-chimiques et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux, des pigments. . . Par exemple, on peut utiliser des traitements biologiques avancés pour éliminer le phosphore par le Déplacement Nutritif Biologique (DNF). On fait passer l'eau par différents réservoirs avec des bactéries et dans des conditions environnementales différentes (différence de concentration en dioxygène par exemple). On récupère ensuite les boues lors d'un nouveau passage dans un clarificateur.

Un autre type de traitement que l'on pourrait classer comme tertiaire est le traitement aux UV. On dénature alors des molécules, comme les œstrogènes, sensibles à ces rayons. (SOLENE et al,2013).

#### **I.7.3.Conclusion**

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population.

**Chapitre II**  
**Normes de rejets des effluents**  
**dans le milieu récepteur**

**II.1 Introduction**

Dans chaque pays de monde, on y des normes fixées par voie réglementaire des rejetées des eaux usées, qui ne doivent être rejetées dans le milieu récepteur.

**II.2. Normes de rejets dans un milieu récepteur**

C'est Les quantités maximales de matières polluantes qui pourront être rejetés dans un milieu récepteur donné, appelées normes de rejet, répondant à des lois nationales et internationales (FRANK, 2002).

**II.3. Milieu récepteur**

Les déversements des eaux usées peuvent se faire directement ou indirectement dans le milieu naturel aquatique. Ces rejets ont un effet négatif sur l'environnement.

Il existe différents types de milieux récepteurs Ce sont :

- Les cours d'eau, lacs, étangs et mer dans lesquels l'effluent est rejeté, soit directement soit par l'intermédiaire d'un ouvrage d'évacuation pourvu ou non à son extrémité d'une station d'épuration.
- Les puits absorbants artificiels (utilisés dans des cas exceptionnels) : leur utilisation reste subordonnée à une épuration préalable de l'effluent à enfouir afin d'éviter l'encrassement, le colmatage, ...
- Le sol, par voie d'épandage en vue de l'épuration naturelle ; la structure et la texture du sol sont ici les facteurs déterminants (SOW, 2001).

**II.4. Les normes de rejets selon l'OMS**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est considérée comme la plus haute autorité dans le domaine de la santé et donne des recommandations au niveau mondial. Elle propose des normes sanitaires depuis des décennies et elle est en passe de les modifier pour les rendre plus sévères et diminuer les risques sanitaires. Ces normes (Tabl. 02) sont destinées à une utilisation internationale et sont adaptées aux pays en voie de développement (ROTBARDT, 2011).

**Tableau 01** : Normes de rejet des eaux usées (OMS, 2005).

<b>Caractéristiques</b>	<b>Normes</b>	<b>Unités</b>
Ph	6.5-8.5	-
Température	<30	°C
DBO5	<30	Mg/l
DSO	<90	Mg/l
MES	<20	Mg/l
NH+4	<0.5	Mg/l
NO2	1	Mg/l
NO3	<1	Mg/l
P2O5	<2	Mg/l
Couleur	Incolore	-
Odeur	Inodore	-

**II.5. Les normes nationales de rejet**

Selon le journal officiel (1993), les normes de rejet national sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau 02** : valeurs limitées maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles (JORA, 1993).

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs maximales</b>	<b>Unité</b>
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
MES	35	mg/l
Azote total	50	mg/l
Phosphate	2	mg/l
Phosphate total	10	mg/l
Température	30	°C
Ph	6,5 à 8,5	/

**II.6. Normes européennes**

Une directive européenne relative aux eaux urbaines résiduaires a été adoptée par le Conseil des Ministres de la Commission Economique Européenne le 21 mai 1991. Cette directive régleme les niveaux des rejets des stations d'épuration des eaux usées urbaines .

**Tableau 03** : Normes européenne de rejet des eaux usées (BENALI et THAMER, 2019)

Paramètre	Normes	Unités
Ph	5.5<ph>9.5	–
Température	< 30C°.un écart de 5C° est toléré	C°
DBO5	25	Mg/l
DCO	125	Mg/l
MES	35	Mg/l
Azote	15mg/L pour une charge brute de pollution entre 600 et 6000 Kg/jour. 10mg/l pour une charge brute de pollution >6000 Kg/jour.	Mg/l
Phosphore	2 mg/l pour une charge brute de pollution entre 600 et 600 0Kg/jour. 1mg/l pour une charge brute de pollution>6000 Kg/jour.	Mg/l
Plomb	0.1	g/L
Hydrocarbures totaux	5	g/jour.
Composées phénolique	5	g/jour.

**II.7.Conclusion:**

Avant chaque rejetées des eaux usées au milieu récepteur, doit être traitées et dégradées, elles doivent impérativement obéir des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration.

## **Chapitre III**

### **Présentation de la zone d'étude**

III.1 Introduction

La wilaya de Ghardaïa est située dans la vallée du M'Zab. Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur la wilaya de Ghardaïa afin de déterminer et cerner les principaux facteurs influençant le traitement des eaux usées. Ainsi, on s'intéressera à l'environnement du site : situation géographique, conditions climatiques, ressources en eau et agricultures, ainsi qu'aux caractéristiques des eaux usées à traiter.

III.2 Situation géographique

❖ Présentation de la Wilaya de Ghardaïa

La wilaya de Ghardaïa situe dans la zone septentrionale du Sahara algérien (fig01). Elle se situe à 600 km au sud du capital. Elle est limitée :

- Au Nord par les wilayas de Laghouat et Djelfa
- Au Sud par la wilaya d'El Menia et Tamanrasset
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla
- A l'Ouest par les wilayas d'Adrar et d'El-Bayad

La population de la wilaya est estimée de 513 845 habitants, pour une superficie de 84 660,12 Km². (DPSB, 2020).

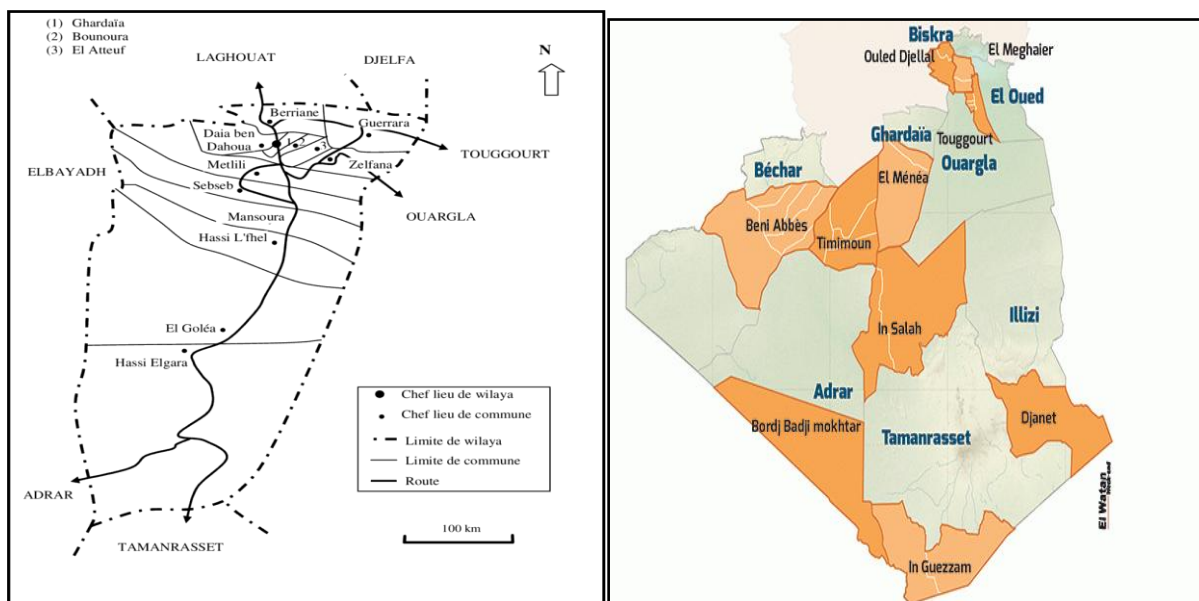


Figure 01 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa

❖ **La vallée du M'zab**

La vallée du M'Zab, est la plus importante des zones habitées de la wilaya, elle est située à l'enceinte du bassin versant.

La vallée du M'Zab est entaillée dans les massifs calcaires du Turonien. Elle regroupe trois (03) daïras et quatre (04) communes.(tableau 04).

**Tableau04 : Les daïras et les communes de la wilaya de Ghardaïa.**

<b>Daïra</b>	<b>Commune</b>
Ghardaïa (chef-lieu de la wilaya)	Ghardaïa
Bounoura	Bounoura et d'El Atteuf
Daya Ben Dahoua	Daya Ben Dahoua

La vallée du M'Zab se situe sur le plateau Hamada au Sahara septentrional. Une longitude de 3°.45 Est, et latitude de 32°.50 Nord. Les cinq villes qui composent la pentapole du M'Zab (El-Atteuf, Bounoura, M'lika, BeniIsguenet et Ghardaïa) se situent sur les éminences rocheuses au-dessus de la Chebka (filet = oued du M'Zab) qui irriguent les palmeraies où les villes modernes se développent.

❖ **Situation géographique de vallée du M'Zab**

La vallée du M'Zab se situe à 600 km au sud d'Alger, dans la wilaya de Ghardaïa, sur le plateau Hamada au Sahara septentrional. Une longitude de 3°.45 Est, et une latitude de 32°.50 Nord. Les cinq villes qui composent la pentapole du M'Zab (El-Atteuf, Bounoura, Melika, Beni Isguen et Ghardaïa) se situent sur les éminences rocheuses au-dessus de la Chebka (filet = oued du M'Zab) qui irriguent les palmeraies où les villes modernes se développent.

**III.3 Démographie**

La population totale de la wilaya de Ghardaïa est estimée à 470 369habitants, soit une densité de peuplement de 4,25 habitants/ km². Ces valeurs après la nomination El Menia comme une wilaya qui indiqué dans le tableau05 suivant.



**Tableau05** : La population totale de la wilaya de Ghardaïa (DPSB, 2020).

Communes	Population« 31.12.2020 »	Superficiem <sup>2</sup>	Densité%
Ghardaïa	137 123	306,47	447,43
Daya Ben Dahoua	19 192	2 234,94	8,59
Berriane	42 000	2 609,80	16,09
Metlili	60 860	5 010,12	12,15
Guerrara	82 000	3 382,27	24,24
El Atteuf	21 406	717,01	29,85
Zelfana	10 137	1 946,23	5,21
Sebseb	3 049	4 366,82	0,7
Bounoura	61 781	778,92	79,32
HassiF'hel	5 921	6 875,39	0,86
Hassi Gara	22 177	27 698,92	0,8
Mansoura	4 723	4 812,55	0,98
WILAYA	470 369	84 353,65	4,25

### III.4 Aspect hydrologique

Les eaux de surface sont rares, comme dans toutes les régions sahariennes. L'écoulement de l'oued M'Zab est intermittent, il se manifeste à la suite des averses orageuse. Les crues d'Oued M' Zab qui estime les débits décennale et centennale à 205 et 722 m<sup>3</sup>/s, leurs conséquences sont parfois catastrophiques et les dégâts sont souvent remarquables. Pour les crues de faible ampleur, un système hydraulique formé d'une série de petits barrages et des galeries souterraines a été insaturée (BENSAHA et *al*, 2011). La région de Ghardaïa est jalonnée par un grand réseau d'oueds dont les principaux sont : Oued Sebseb, Oued Metlili, Oued M'Zab, Oued N'sa et Oued Zegrir. L'ensemble de ces oueds constitue le bassin versant de la dorsale du M'Zab, (ANRH, 2010 ; ANRH, 2011). Les écoulements sont sporadiques, ils se manifestent à la suite des averses orageuses que connaît la région (DUBIEF, 1963).

### III.5 Géologie

Du point de vue géologique, la wilaya de Ghardaïa est située aux bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Sahara, sur un grand plateau sub horizontal de massifs calcaires d'âge Turonien appelé couramment " la dorsale du M'Zab". L'épaisseur de ses massifs calcaires recoupés par les sondages est de l'ordre de 110 mètres. Sous les

calcaires turoniens on recoupe une couche imperméable de 220 mètres formée d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite; elle est attribuée au Cénomaniens. L'étage de l'Albien est représenté par un émiasse importante de sables fins à grès et d'argiles vertes. Elle abrite des ressources hydrauliques considérables, l'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres. Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond des vallées des oueds de la dorsale, d'une épaisseur de 20 à 35 mètres. (figure 02 : ANRH, 2011).

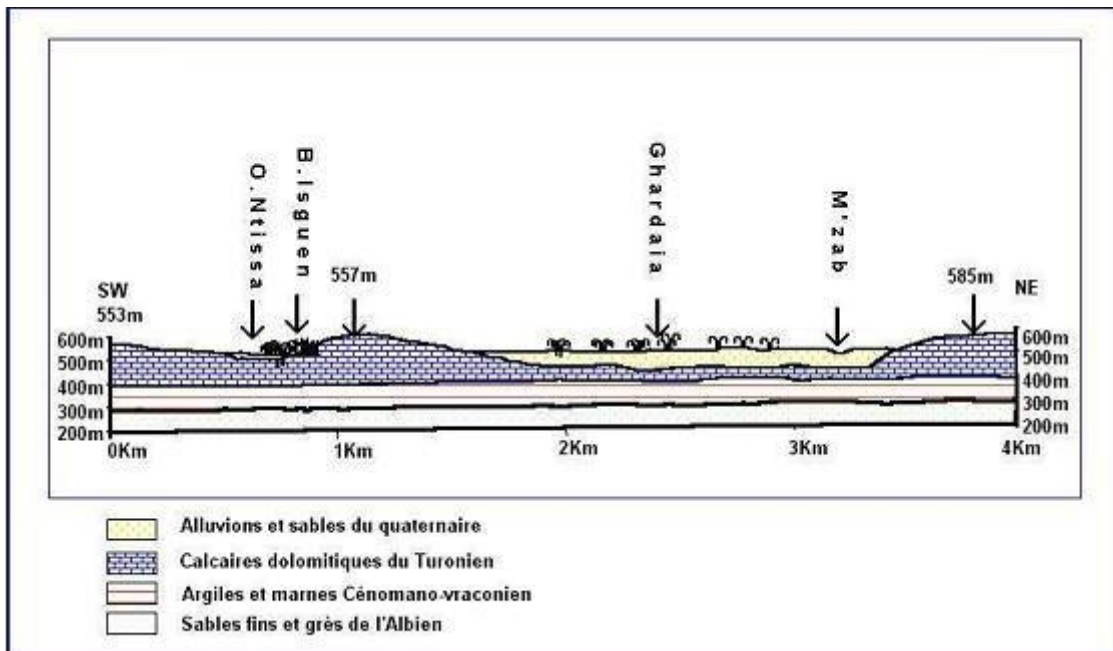


Figure 02 : Coupe géologique schématique traitée de la vallée du M'Zab

(Source ANRH ,2010).

### III.6.Aspect hydrogéologique

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Infero flux (phréatique), et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albienne. figure 03(ANRH, 2010).

#### III.6.1.Nappe phréatique

La nappe phréatique du M'Zab a une extension Nord - Sud sous forme d'une large bande occupant l'essentiel de la partie Nord de la Chebka (DAOUADI I et al , 2021). Cette nappe se trouve dans les alluvions du lit de l'Oued M'Zab, l'eau s'emmagasine après les crues. Cette nappe s'épuise facilement surtout, durant les années de sécheresse. Il peut y avoir quelques fois un appoint souterrain par les fissures de la base des calcaires turoniens

(KARPOFF, 1952). La profondeur de la nappe sous le sol alluvial de la vallée du M'Zab varie selon les saisons et les palmeraies. VILLE (1872), a donné les profondeurs moyennes de la nappe d'eau. Elle est de 29 m en moyenne sur l'Oued M'Zab. La profondeur de la nappe varie en fonction de la topographie dans les vallées des oueds, la profondeur oscille entre 5 et 30 m et augmente sensiblement vers le Sud –Est ; dans les zones hautes, elle peut atteindre 130 m. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont liés étroitement à la pluviométrie. La qualité chimique des eaux est comme suit :

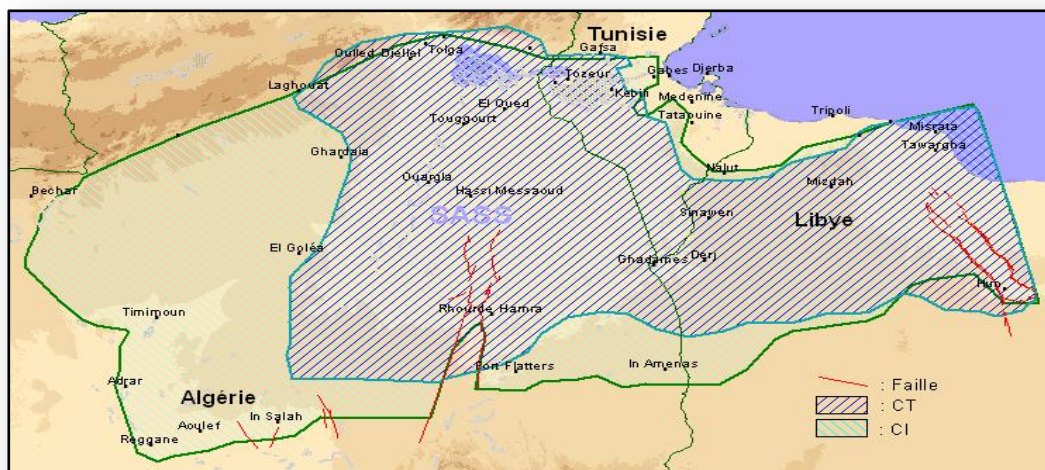
- A l'amont, elle est bonne à la consommation ;
- A l'aval, elle est mauvaise et impropre à la consommation, contaminée par les eaux urbaines figure 03(ANRH, 2010).

### **III.6.2.Nappe du Continental Intercalaire**

La nappe du Continental Intercalaire(CI) draine, d'une façon générale, les formations gréseuses et gréso-argileuses du Barrémien et de l'Albien. Elle est exploitée, selon la région, à une profondeur allant de 250 à 1000m. Localement, l'écoulement des eaux se fait de l'Ouest en Est. L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime, provient directement des eaux de pluie au piémont de l'Atlas Saharien en faveur de l'accident Sud-Atlasique.

La nappe du CI, selon l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, est :

- Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage (Zelfana, Guerrara et certaines régions d'El Menia) ;
- Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120m (Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines régions d'El Menia) (ZAHOUANI, 2013).



**Figure03:**Domaine du Système d'Aquifère du Sahara Septentrional (SASS)

(ANRH, 2010).

### III.7 Agriculture

Dans la Wilaya de Ghardaïa, le secteur agricole dans la wilaya de Ghardaïa a enregistré un "net" essor en termes d'extension de la surface agricole utile (SAU), de modernisation et de mécanisation, à la faveur de la dynamique insufflée par les pouvoirs publics pour le promouvoir, selon la direction locale des services agricoles (DSA ,2020).

L'accroissement du foncier cultivable en irrigué est passé de 12.230 hectares en 2000 à 39.350 ha en 2015 avant d'atteindre en 2019 une superficie arable de 69.350 ha composée de 4.124 ha d'anciennes palmeraies, 15.662 ha attribués en concession et 44.705 ha dans le cadre de l'accès à la propriété foncière agricole (APFA) .

Cette surface agricole cultivée a permis au secteur de l'agriculture de devenir le principal moteur du développement socio-économique local de la wilaya de Ghardaïa qui dispose de nombreux atouts lui permettant de contribuer à la sécurité alimentaire du pays et de garantir des postes de travail et des revenus aux agriculteurs, a-t-il souligné.

De nouvelles perspectives s'ouvrent pour le secteur de l'Agriculture dans la wilaya de Ghardaïa avec l'entrée en service de quatre stations de lagunage à Berriane, Guerrara, Ghardaïa et El-Menea, dont l'eau épurée sera principalement destinée à l'irrigation de nouveaux périmètres agricoles sur un superficie cumulée de plus de 1.000 hectares,

l'achèvement de la réalisation de dix forages ainsi qu'un réseau électrique programmé de 850 km et de 660 km de pistes agricoles, a-t-on fait savoir à la (DSA, 2020).

### III.8.Climat

L'étude du climat de Ghardaïa est réalisée sur la base des données moyennes mentionnée dans le tableau ci-dessous 06 :

**Tableau 06** : Données climatiques de la wilaya de Ghardaïa de l'année 2009 à 2020.

	<b>T.moy (C°)</b>	<b>T M (C°)</b>	<b>Tm (C°)</b>	<b>Hr (%)</b>	<b>Préc (mm)</b>	<b>V (m/s)</b>
Janvier	<b>12.51</b>	17.53	<b>5.9</b>	45.45	5.98	<b>8.45</b>
Février	14.16	20.17	8.09	36.83	<b>0.21</b>	11.23
Mars	17.03	22.88	11.1	38.63	7.83	<b>16.27</b>
Avril	21.54	27.35	15.04	33.43	7.60	15.55
Mai	26.57	32.66	19.63	25.47	3.26	15.19
Juin	31.74	37.74	24.74	22.23	1.73	13.91
Juillet	<b>35.35</b>	<b>41.21</b>	28.15	<b>19.88</b>	0.84	11.61
Aout	34.51	40.55	27.51	21.26	0.29	10.45
Septembre	29.11	34.99	23.18	33.04	<b>16.97</b>	10.76
Octobre	22.28	28.8	16.82	34.91	5.08	9.72
Novembre	16.82	22.37	11.72	44.9	1.87	10.36
Décembre	12.89	18.11	7.95	<b>48.8</b>	1.45	12.91
Moyen	<b>22.87</b>	28.69	16.48	33.37	53.11*	12.20

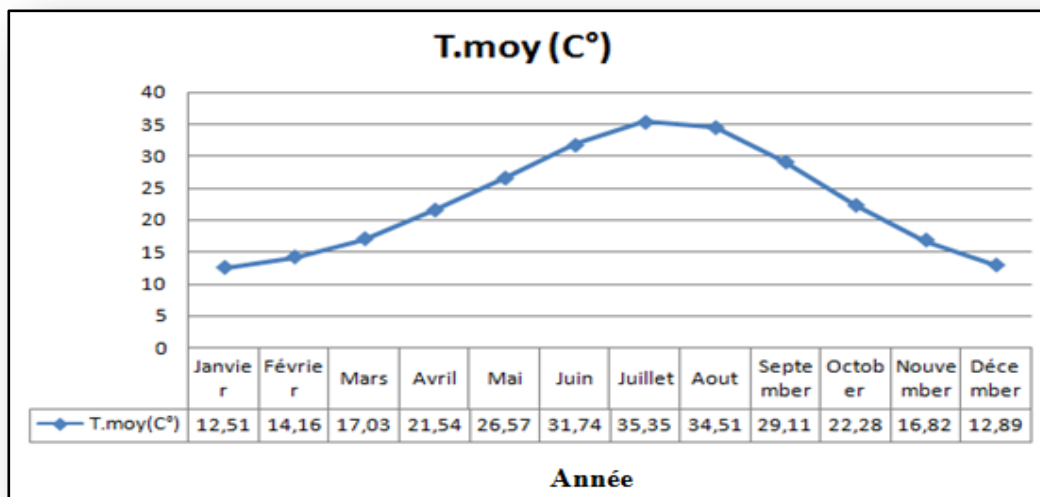
\*: cumul annuel

source : (ONM, 2020 ; TUTIEMPO, 2021).

### III.9.Température

La température est un élément fondamental du climat. Sa variation influe sur l'évapotranspiration des eaux, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol. De ce fait, elle influe sur le degré d'évapotranspiration, et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux (BENGUELIA et *al*, 2018).

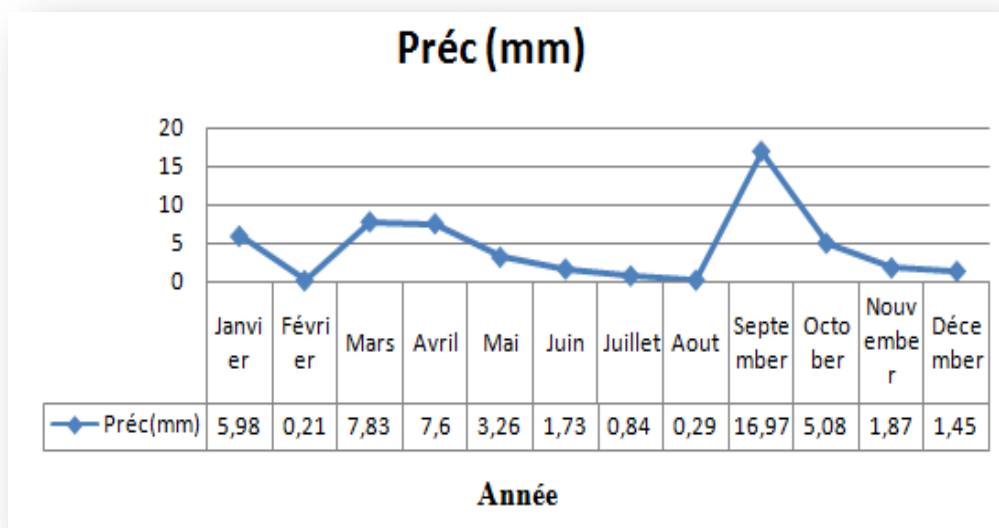
La température moyenne annuelle est de 22,87 °C, avec un maximum en juillet de 35,35°C, et un minimum en janvier de 12,51 °C (Fig.04).



**Figure04 :** Température moyenne mensuelle et annuelle de station de Ghardaïa (2009- 2020) (ONM, 2019 ; TUTIEMPO, 2021).

### III.10. Précipitation

Les précipitations de la région de Ghardaïa sont également irrégulières, d'un mois à un autre et à travers les années. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 53,11 mm, avec un maximum en septembre de 16,97 mm et un minimum en Février de 0,21 (Fig. 05).

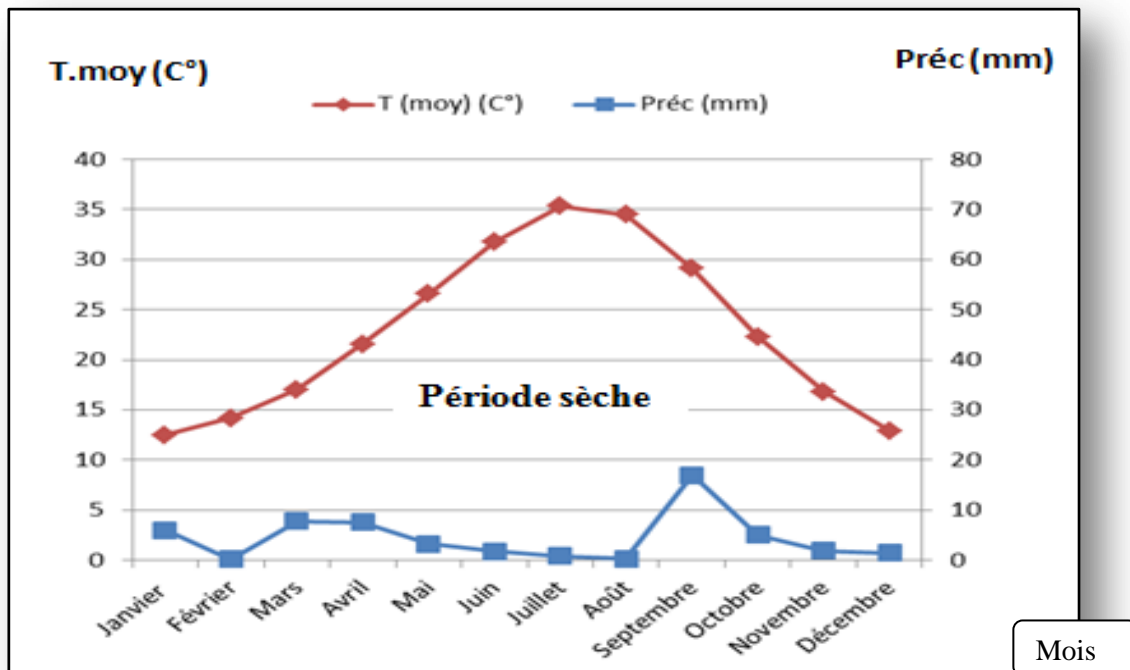


**Figure 05 :** Graphique des cumuls pluviométriques moyenne mensuelle annuels de la période (2009-2020) (ONM, 2019 ;TUTIEMPO, 2021).

### III.13. Synthèse des données climatiques

#### III.13.1 Diagramme Ombrothermique

Nous observons dans le digramme Ombrothermique de GAUSSEN (Figure 06) que la période de sécheresse s'étale sur toute l'année à cause de faible précipitation et des températures élevées.



**Figure 06:** Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN à Ghardaïa (2009-2020)

(ONM, 2019 ; TUTIEMPO, 2021).

#### III.13.2. Climagramme d'EMBERGER :

Pour classer le bioclimat, nous avons utilisé le quotient pluviométrique d'EMBERGER (1955 in LE HOUEROU, 1995) modifié par STEWART (1969 in DADDI BOUHOUN, 1997). La formule du quotient pluviométrique Q3 est adaptée pour l'Algérie (LE HOUEROU, 1995) :

Avec :  $Q3 = 3,43 \times P/M-m$

P : pluviosité moyenne annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C.

m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C.

Pour la station de Ghardaïa Q3est estimée à 5.15 durant la période de 11 ans 2009- 2020, ce qui montre un bioclimat saharien à hivers doux (Fig. 07).

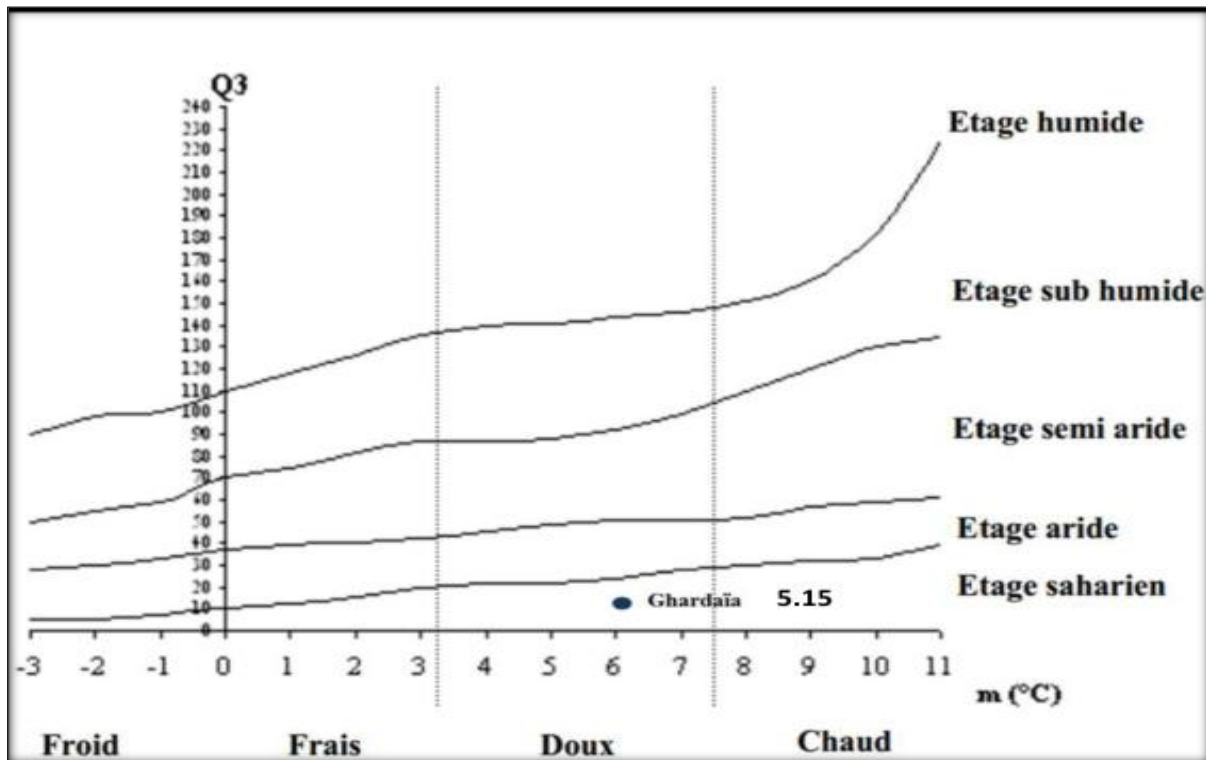


Figure 07 : Climagramme d'EMBERGER de Ghardaïa.

### III.14 Conclusion

Ghardaïa est l'une des riches régions désertiques aux caractéristiques différentes parmi ces caractères : climat, les ressources d'eau, agriculture... ce qui en fait l'une des célèbres zones désertiques.





**Partie II:**  
**Matériels et Méthodes**

## **Chapitre IV**

# **Présentation de la station d'épuration de la ville de Ghardaïa**

### IV.1.Introduction

Une station d'épuration est une usine de traitement des eaux usées destinée à les rendre propre à être rejetées sans inconvénients majeurs dans le milieu naturel et rejoindre le cycle de l'eau. Les eaux usées ménagères, industrielles et agricoles sont acheminées jusqu'à la station d'épuration qui se situe le plus souvent à l'extrémité d'un réseau de collecte. L'eau est alors traitée avant d'être rejetée dans le milieu naturel. (CHSP, 2009)

### IV.2.Situation géographique

La station d'épuration de Kef Dokhane est située dans la commune d'EL ATEUF qui constitue l'aval de la vallée du m'Zâb. D'une superficie d'environ 60 ha, c'est la 2ème plus grande STEP par lagunage naturel dans le monde après une STEP à Texas à l'étas unis (selon MR marc andré DES jardin. Expert mondial dans la conception des STEP)(STEP,2012) . La STEP est située à environ 21 km au sud-est de Ghardaïa, à l'aval de la digued'EL-ATTEUF(figure08et09).



**Figure 08** : situation géographique de la STEP (Google maps, 2022).



**Figure09:** photo01 Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF.

### IV.3.Caractéristiques

La station d'épuration de Ghardaïa est construite pendant la période 2008-2012 par AMENHYD SPA : entreprise de réalisation avec collaboration de BGet AQUATECH-AXOR (Canada) : bureau d'étude de contrôle et suivi ; Elle a été mise en service en novembre 2012 et traite les eaux usées, par le procédé du lagunage naturel avec prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire pour la filière eau, et déshydratation dans les lits de séchages pour la filière boues.

Aujourd'hui, la station a une capacité de traitement de 25000 m<sup>3</sup>/j, correspondant à 168 323 éq/hab et 46 400 m<sup>3</sup>/j, correspondant à 331 700 éq/hab à l'horizon de 2030 et elle traite des eaux usées d'origine urbaines. Le milieu récepteur des eaux usées épurées est l'oued M'Zab.

Actuellement la station est gérée par la DHW (Direction de l'hydraulique de la wilaya), les communes raccordées à la STEP sont : Ghardaïa ; Bounoura ; El-atteuf, par un réseau d'assainissement de type unitaire.

### IV.4.Dimensionnement de la STEP de Ghardaïa

Capacité : 331 700 éq/hab

Surface totale : 79 ha

Nombre de lit de séchage : 10 lits

Nombre de bassins : 16 bassins divisés en 02 niveaux

Débit moyen journalier à capacité nominale : 46 400 m<sup>3</sup>/j.(tableau 07)

## Chapitre IV Présentation de la station d'épuration de la ville de Ghardaïa

Tableau 07 : les données de bases de la STEP (STEP Ghardaïa, 2013).

<b>Capacité nominale 2030</b>	
<b>Premier niveau</b>	
Nombre de lagunes	08 lagunes
Volume total des lagunes	174 028,50m <sup>3</sup>
Volume par lagune	21 753,56m <sup>3</sup>
Surface totale	4,97ha
Surface par unité de lagune	0,62ha
Profondeur des lagunes	3,6m
Temps de séjour	3 jours
Fréquence de curage 1 fois tous les ...	3 ans
Charge organique résiduelle	5800 kg DBO <sub>5</sub> /j
Abattement DBO <sub>5</sub> minimal	50%
<b>Deuxième niveau</b>	
Nombre de lagunes	08 lagunes
Volume total des lagunes	464 000m <sup>3</sup>
Volume par lagune	58 000 m <sup>3</sup>
Surface totale	30,4ha
Surface par unité de lagune	3,8ha
Profondeur des lagunes	1,6 m
Temps de séjour	10 jours
Fréquence de curage 1 fois tous les ...	3 ans
Charge organique résiduelle	2 320 kg DBO <sub>5</sub> /j
Abattement DBO <sub>5</sub> minimal	60%

### IV.5.Ouvrages de traitement des eaux et des boues

La filière de traitement comprend :

1) Collecteur principal d'amenée :

- Composé de deux conduites de 1000 mm de diamètre

2) Prétraitement constitué de :

- Dessableur principal .
- Dégrilleur/Dessableur localisé à l'intérieur du répartiteur principal du traitement primaire.

3) Traitement primaire constitué de :

- 8 lagunes primaires anaérobies alimentées en parallèle
- Ouvrages de sortie avec cloison siphonide permettant de retenir les matières flottantes.

4) Traitement secondaire constitué de :

- 8 lagunes secondaires alimentées en parallèle,
- Ouvrages de sortie avec cloison siphonide permettant de retenir les matières flottantes.

5) déshydratation des boues constitué de :

- 10 lits de séchage construits du côté Montage des lagunes secondaires
- Avec réseau de drainage permettant de retourner le lixiviat en tête du traitement secondaire.

### **IV.6. Les différentes étapes de traitement des eaux usées**

#### **Lagunage naturel**

Le lagunage naturel ce procédé est proche de l'auto épuration. Il est basé sur un cycle biologique, où les bactéries assurent l'élimination des matières organiques en présence d'O<sub>2</sub> fourni par les algues (KHATTABI, 2002).

- prétraitements,
- traitement primaire anaérobie,
- traitement secondaire facultative,
- des lits de séchage des boues.

#### **IV.6.1. Prétraitement**

Le prétraitement dans la photo 02 : comporte : Dégrillage/dessablage



**Photo 02 :** Dégriateur et dessableur (STEP, 2021).

### **Ouvrage de répartition**

#### **◆ Répartiteurs principaux**

La répartition des débits vers les huit lagunes primaires opère au niveau du répartiteur principal, Disposé en tête de chacun des deux niveaux d'épuration, cet ouvrage se compose des éléments suivants, d'amont en aval :

- à l'aval immédiat des canaux de dégrillage (pour le répartiteur primaire).
- l'élargissement de la section de l'ouvrage permet de ralentir le cheminement des eaux usées avant leur passage sur un seuil frontal.
- les eaux usées se déversent dans deux chambres d'où partent les deux conduites de liaison avec les répartiteurs secondaire. Photo 03



**Photo 03 :** répartiteurs principales vers les bassins primaires et secondaires.

### ◆ Répartiteurs secondaires

Ils sont destinés à répartir les eaux usées vers les lagunes d'un même étage de traitement (primaire ou secondaire), implantées sur une même plage.

### IV.6.2.Traitement primaire

Le traitement primaire proprement dit s'opère au cours du transit des eaux usées au sein des lagunes primaires dites « anaérobies », constituées de 8 bassins d'une superficie de l'ordre de 0,62 ha et d'une profondeur d'eau de 3,6 m : la revanche par rapport à la crête des digues qui ceinturent ces bassins est de 1m et l'étanchéité est assurée par une géomembrane bitumineuse. Des pistes d'exploitation de 5m de largeur permettent de cheminer autour des lagunes pour leur entretien.

### IV.6.3.Traitement secondaire

Le circuit hydraulique du traitement secondaire est similaire à celui du traitement primaire avec les éléments suivant:

- Deux conduites de diamètre 1000mm, qui collectent les eaux ayant subi le traitement primaire, arrive sur répartiteur principale du traitement secondaire.
- Les eaux sont ensuite réparties vers les huit lagunes secondaires.



Le traitement secondaire proprement dit s'opère au cours du transit des eaux au sein des lagunes secondaires constituées de huit bassins. (Photo



**Photo 04 :** Lagunes primaires et secondaires.

### IV.6.4. Traitement des boues

Le système consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes primaires et secondaires à l'air libre sur 10 lits de séchage.

#### ◆ Lits de séchage

Les lits de séchage sont implantés à une cote supérieure à celle des lagunes afin de pouvoir évacuer les lixiviats drainés vers les lagunes de manière gravitaire.

En effet, les lits de séchage sont constitués d'une couche de sable lavé surmontant des couches de granulométrie plus importante incluant le réseau de drainage. De ce fait, on assiste dans un premier temps à un ressuyage de l'eau interstitielle qui donc est renvoyée vers les lagunes, et dans un second temps l'évaporation permet l'obtention de siccités élevées. (photo 05)



**Photo 05 :** lits de séchage.

### IV.7.Évacuation des eaux traitées

Après le traitement dans les bassins secondaires, et à travers les ouvrages de sortie des lagunes, les eaux traitées sont évacuées gravitairement vers le rejet final par deux collecteurs de diamètre 1000mm.

Les eaux épurées sont rejetées directement à l'oued M'Zab. (photo06)



**Photo 06** : rejet final vers oued M'Zab.

### IV.8.Conclusion

Dans ce chapitre, on a fait un aperçu sur la station d'épuration de la ville de Ghardaïa, qu'elle fonctionne par une voie biologique (lagunage naturel) sans aucun produit chimique utilisé dans leur traitement avant l'évacuation dans le milieu récepteur.

# **CHAPITRE V**

## **Approche méthodologique**

## **.1.Introduction**

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée soit physicochimiques et bactériologiques au niveau de chaque phase de traitement et le rendement d'élimination de la pollution pour donner une bonne appréciation des performances de la STAP. Donc nous avons suivi les paramètres suivants : Analyses physico-chimiques (pH, EC, salinité,T, O<sub>2</sub>dissous), et Analyses des paramètres des pollutions (MES, DCO , DBO<sub>5</sub>) avec les paramètres bactériologiques : Recherche et dénombrement des germes coliformes totaux et fécaux, Recherche des Streptocoques totaux et fécaux en milieu liquide , Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs.

## **V.2.Objectif d'étude**

Mes études a pour objectif d'étudié la qualité des effluents traitée de la station d'épuration (STEP) de willaya de GHARDAIA, par des la suivi des analyses physico-chimiques et bactériologiques,. Ensuite, on été comparé avec les normes national et international pour évaluer appréciation des performances de la station d'épuration d'GHARDAIA et étudier l'efficacité du traitement biologique dans la réduction de la pollution par les eaux usées de STEP.

## **V.3.Prélèvement et échantillonnage**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate a laquelle le plus grand soin doit être apporte ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. (RODIER et *al*, 2005). Dans notre cas, nous avons effectué le prélèvement de l'échantillon d'eau à (à l'entrée de la STEP), et à la sortie (bassin de finition) au matin à (11 :00) au 13/02/2022 pendant un période de 0 3 mois (février au avril).

Avant l'usage, les flacons ont été soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée. Ensuite, les flacons ont été stérilisés. Ces échantillons ont été prélevés dans des flacons autoclaves de 500 ml, étiquetés puis conservés dans une glacière à 4°C pendant le transport au laboratoire, - accompagnés d'une fiche de prélèvement portant tous les renseignements nécessaires comme l'origine et la date de prélèvement.

Pour le prélèvement d'eau nécessaire à l'analyse bactériologique, nous avons utilisé des flacons de 500 ml munis d'un cordon. Au moment du prélèvement, on ouvre le flacon et on l'introduit dans le puits à 30cm de profondeur, en prenant soin de ne pas contaminer

l'échantillon. Ensuite, on retire le flacon rempli d'eau. On détache le cordon et le flacon est refermé dans les conditions aseptiques requises jusqu'au moment de l'analyse. (RODIER et *al*, 2005)

#### **V.4. Transport et conservation des échantillons**

La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon, après le prélèvement. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. Les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 C°.

- Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon, le plus rapidement possible. Il est donc admis que le délai maximum entre le prélèvement et le début de l'analyse ne doit pas excéder 24 heures (RODIER et *al*, 2005).

#### **Remarques :**

- Les analyses physico-chimiques sur l'eau brute et épurée sont faites dans le laboratoire de la STEP de Ghardaïa.
- Les analyses bactériologiques sur l'eau brute et épurée sont faites dans le laboratoire d'université de Ghardaïa.

#### **V.5. Analyses physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées**

La mesure de paramètres physico-chimiques ont été réalisées au laboratoire de la station d'épuration (STEP) de Ghardaïa.

##### **V.5.1. Détermination de la conductivité électrique, salinité et la température**

#### **Principe :**

La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée, plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. L'unité de conductivité est  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### **Mode opératoire:**

- Vérifier le calibrage de l'appareil,

- Plonger l'électrode dans la solution à analyser ;
- Lire la conductivité et la salinité et la température lorsqu'il stabilise.
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.

**Expression des résultants :** La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil en millisiemens par centimètre (Ms/cm). Pour sa mesure, nous avons eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide du conductimètre de poche cond 340i. (photo 07)



**Photo 07:** Conductimètre

### V.3.2. Détermination de Ph

#### But d'analyse :

Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau. Pour sa mesure est effectuée à l'aide du pH-mètre de poche.

#### Mode opératoire

- Pendre environ = 100 ml d'eau à analyser ;
- Allumer le pH mètre ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Tremper l'électrode de pile dans la solution tampon pH=7 ;
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard ;
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.

Expression des résultants : La valeur est lire directement sur l'écran de l'appareil.(photo08)



Photo 08: pH-mètre

### V.3.3.Détermination de l'oxygène dissous

#### Principe

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple par les algues. Actuellement la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différents normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de poche Oxi340i .il mesure aussi la température manuelles.

#### Mode opératoire

- Allumer l'oxymétrie ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Tremper l'électrode dans le bécher ;
- Laisser stabiliser un moment ;
- Lire la concentration de l'oxygène dissous ;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage avec l'eau distillée.

Expression des résultants : Le résultat est donné directement en mg/l. (photo09)



Photo 09: Oxymètre

### V.3.4.Matière en suspension

#### Principe

L'eau est filtrée et le poids des matières retenus est déterminé par différence de pesée.

Expression des résultats :

Le calcul de la teneur en MES est donné par l'expression suivante:

$$\text{MES} = 1000(M1 - M0) / V$$

MES: la teneur en MES en (mg)

M1: la masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C

M0: la masse en (mg) de la capsule vide, (les masses sont pesées à l'aide d'une balance de précision électronique (KERN, ABT)

V: volume de la prise d'essai.

#### Mode opératoire

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée .
- Mettre le filtre pendant quelque minute dans l'étuve chauffée à 105°C préalablement .
- Laisser refroidir les filtres dans dessiccateur quelque minute après l'étape précédente.
- Peser le filtre sur la balance (soit P0 en mg) .
- Placer le filtre dans la rampe de filtration et la connecter à pompe à vide .
- Filtrer un volume (V ml) de l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée, et rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 ml d'eau distillée.



- Retirer avec précaution de filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités pltes.si nécessaire. Le filtre peut être pile .
- Placer le filtre dans l'étuve à (105+2) °C pendant 2 heures .
- Laisser s'équilibre à température ambiante dans le dessiccateur sans le contaminer et le peser comme précédemment (soit Pi en mg). (photo10)



Photo 10: Pompe à vide

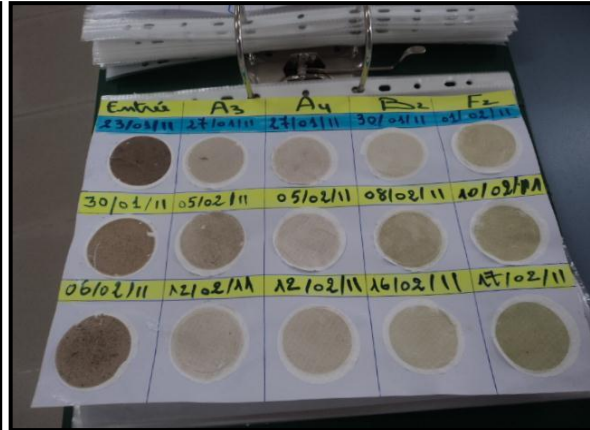


Photo 11: Matière en suspension

### V.3.5.La demande chimique en oxygène DCO

#### Principe

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenus dans l'eau par excès de bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acidifié par acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), en présence de sulfate d'argent ( $Ag_2SO_4$ ) et de sulfate de mercure ( $HgSO_4$ ) .

Expression des résultats : La teneur en DCO est donnée en mg/l à l'aide d'un spectrophotomètre (DR2800) photo12 .

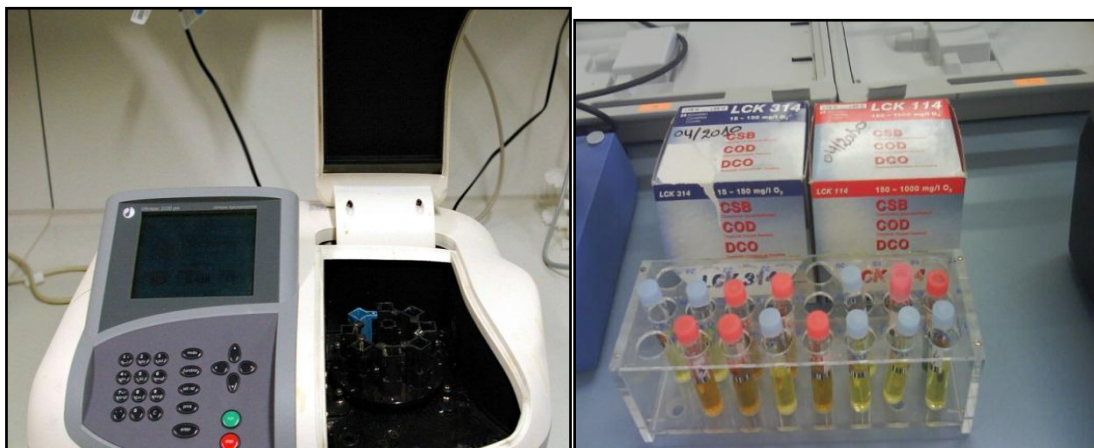


Photo12: Spectrophotomètre et Réactifs

### V.3.6. La demande biologique en oxygène DBO

#### Principe :

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (05) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXITOP

#### Procédure :

La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour le DBO5. Volume de la prise d'essai :  $(\text{DBO}_5) = \text{DCO (mg/l)} \times 0,80$  pour les eaux urbaines. Introduit la quantité de l'eau à analyser suivant le tableau. En fonction de la valeur de DCO.

Expression des résultats : (photo 13)

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)} = \text{lecture} \times \text{facteur}$$



**Photo 13:** DBO-mètre.

## V.4. Analyses bactériologiques des eaux usées brutes et épurées

### V.4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

L'analyse micro biologique des eaux recherche des micro- organismes pathogènes ou indicateurs d'un risque sanitaire. Pour la détermination de la qualité générale des eaux et donc des eaux usées l'analyse micro biologique est indispensables complémentaire de l'analyse physico-chimique. (BENHEDID, 2011).

#### Préparation des dilutions

On prélève dans les meilleures conditions d'asepsie 1 ml de la solution mère et on l'introduit dans 9 ml d'eau distillée. Cela fait la dilution  $10^{-1}$ , aussi obtenus on procède de la même manière jusqu'à atteindre la dilution  $10^{-4}$  ce fait avec analyse de l'eau traitée, et la dilution jusqu'à  $10^{-7}$  avec l'eau brute.

Les matières fécales sont la principale source de contamination des eaux. Afin de disposer d'une méthode simple et sensible, seuls les germes témoins de contamination fécale sont recherchés:

- Les coliformes totaux Les coliformes fécaux
- Les streptocoques totaux Les streptocoques fécaux
- Les clostridium sulfite-réducteurs

#### Principe

La méthode utilisée pour cette recherche est la méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP) par inoculation de tubes en milieux liquides (fermentation en tubes multiples). Il s'agit d'un ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes (série de 3) contenant un milieu de culture non véritablement sélectif mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (RODIER et al, 2005). ce dessus schéma explicative de méthode de NPP des tubes avec certaines modification Selon notre travail dans la figure 10 .

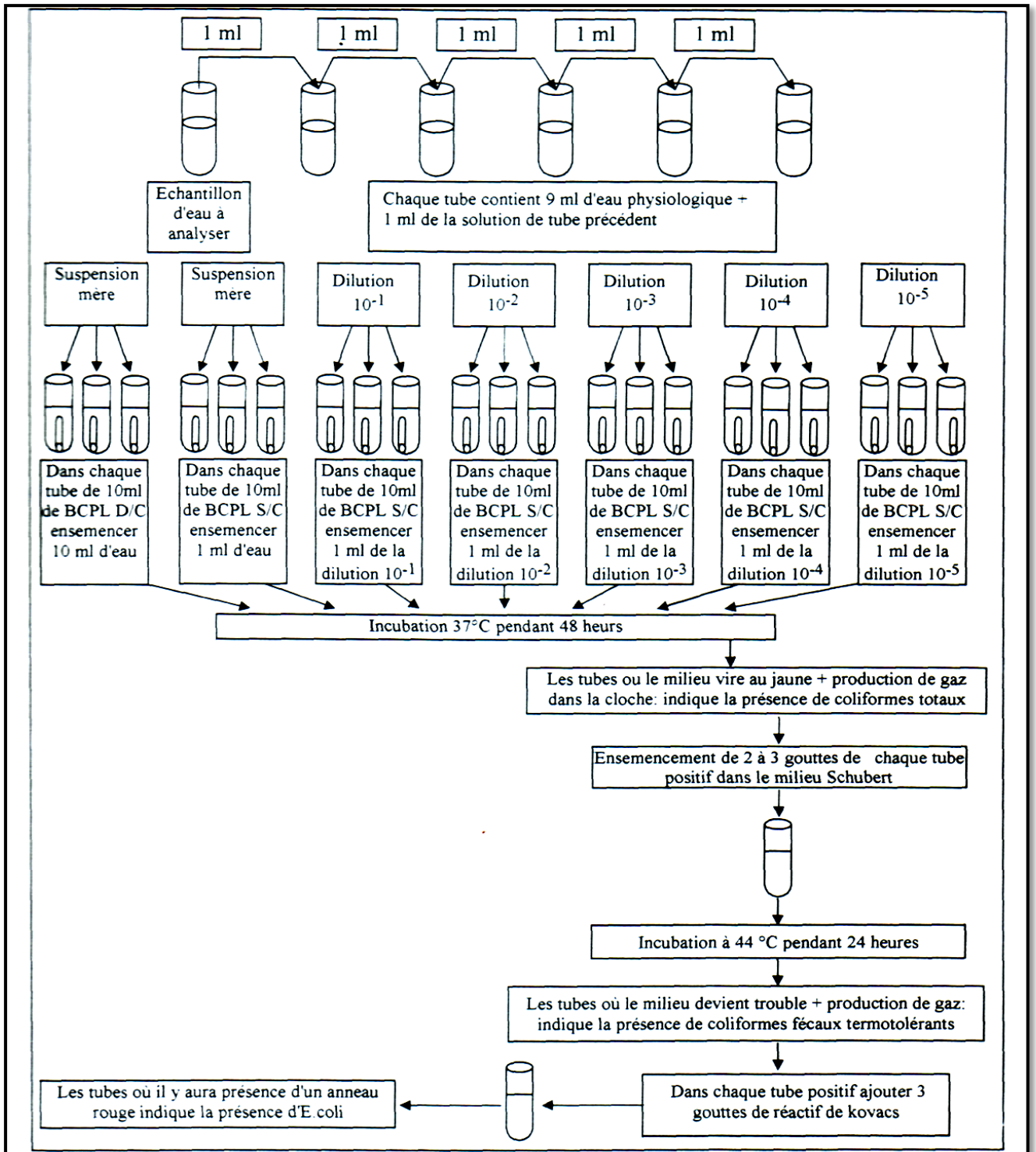


Figure 10: Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux (AOUARIB et DJERBAOUI, 2008).

V.4.2. Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux

Principe

Nous avons utilisé la même méthode que précédente avec des milieux spécifiques( milieu bouillon de Rothe) pour les streptocoques (RODIER et al, 2005) figure 16

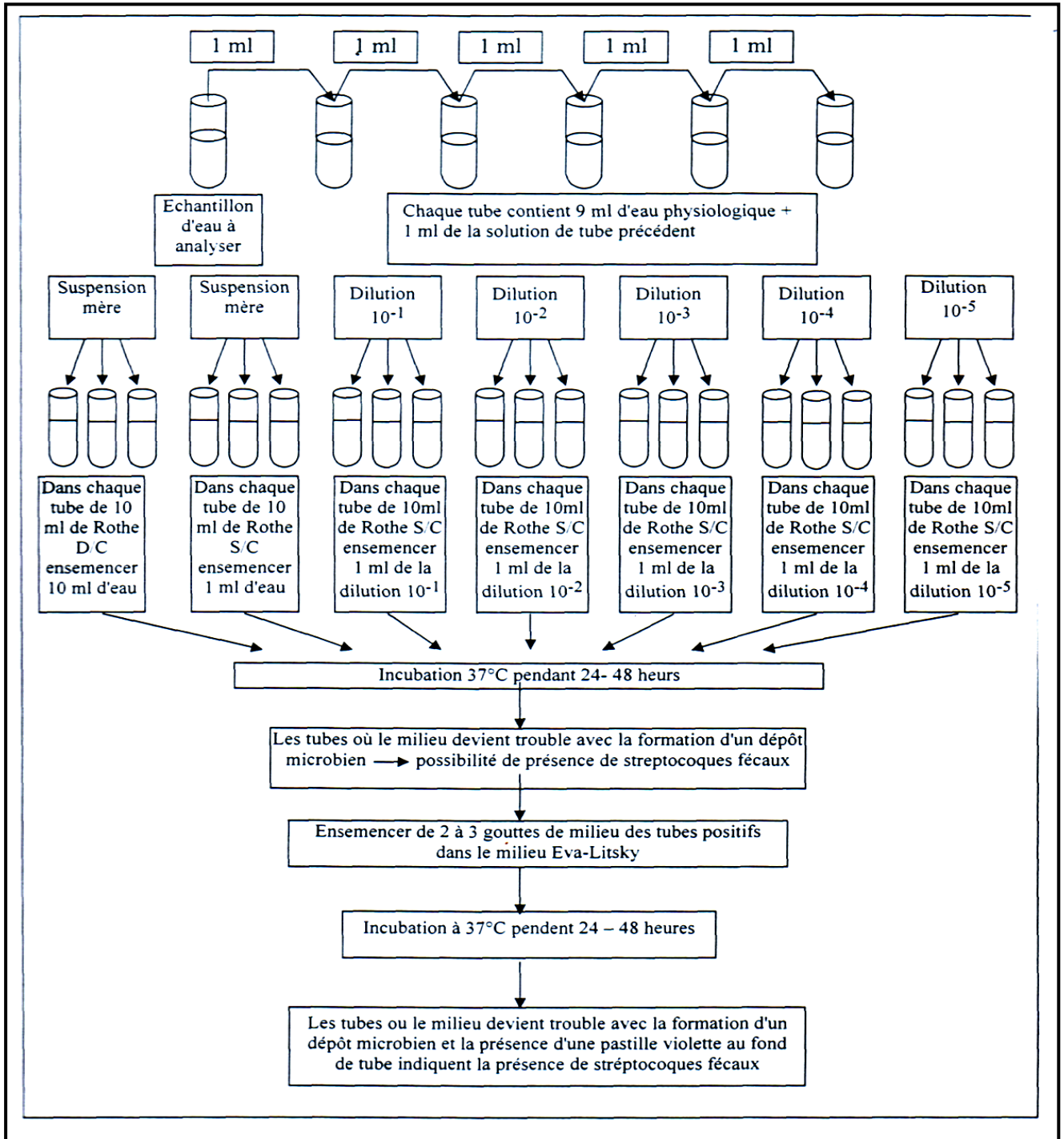
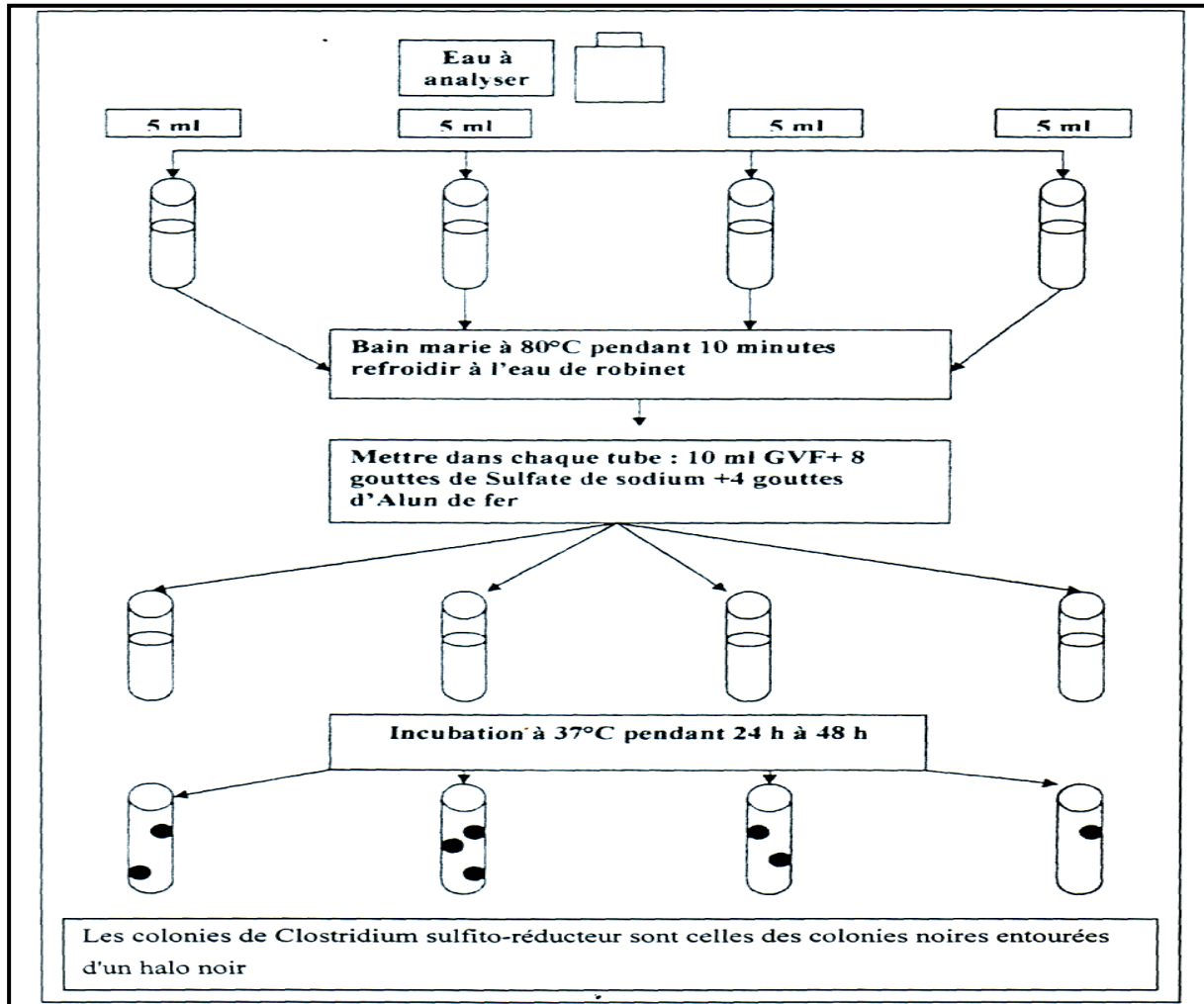


Figure 11: Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux (AOUARIB et DJERBAOUI, 2008).

### V.4.3. Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

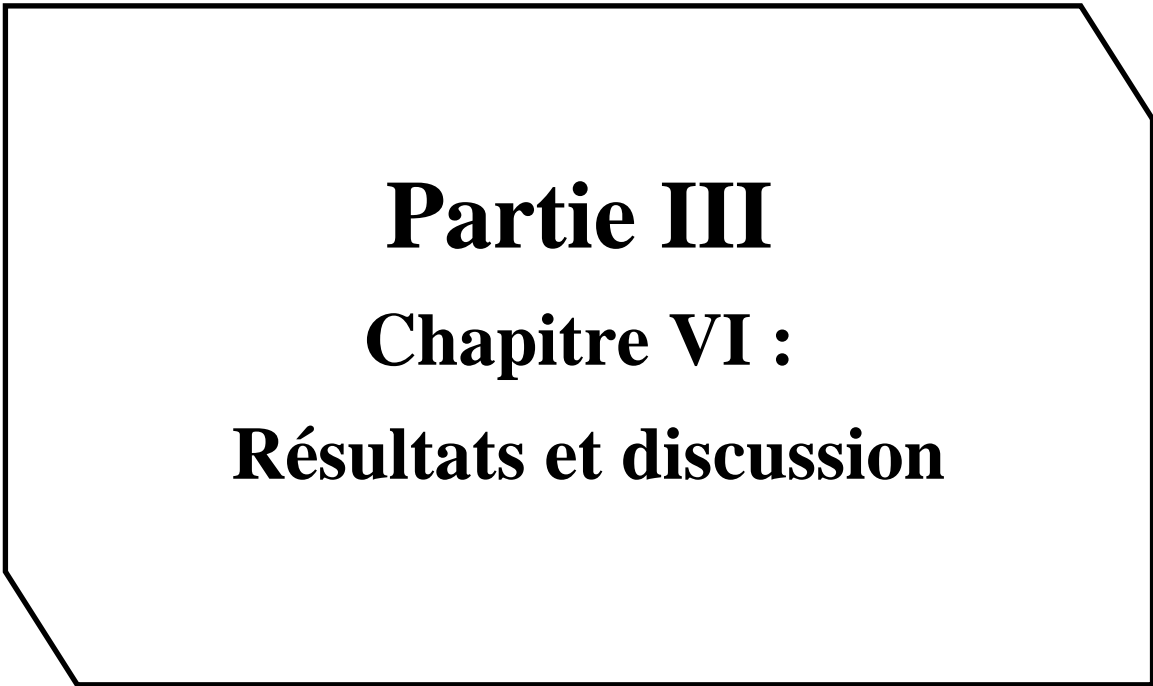
En fait le dénombrement de spore de Clostridium sulfito-réducteurs des eaux traitées et épurées dans suspension mère et avec dilution figure 17.



**Figure 12:** Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs (BAOUIA et HABBAZ, 2006).

## V.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'explication détaillée des méthodes analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau brut et le traitée de STEP Ghardaïa pendant période limitées de février, mars et avril, qui en attendre les résultats des analyser dans la partie suivante.



**Partie III**  
**Chapitre VI :**  
**Résultats et discussion**

**VI.1. Introduction**

Dans ce chapitre, à fait l'objet d'une étude, au cours de laquelle les paramètres physicochimiques ont été étudiées, nous allons interpréter les résultats de mesure de la qualité des eaux usées brutes et épurées au niveau du STEP de Kef Doukhan (El atteuf), et les comparer avec les normes nationales et internationales des eaux usées épurées. L'appréciation de la qualité des eaux usées brutes et épurées se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

**VI.2. analyses physico-chimiques****VI.2.1. La température**

La température c'est un facteur environnemental très important dans les lagunes de station d'épuration car elle a une grande importance quant à la composition des espèces d'algues.

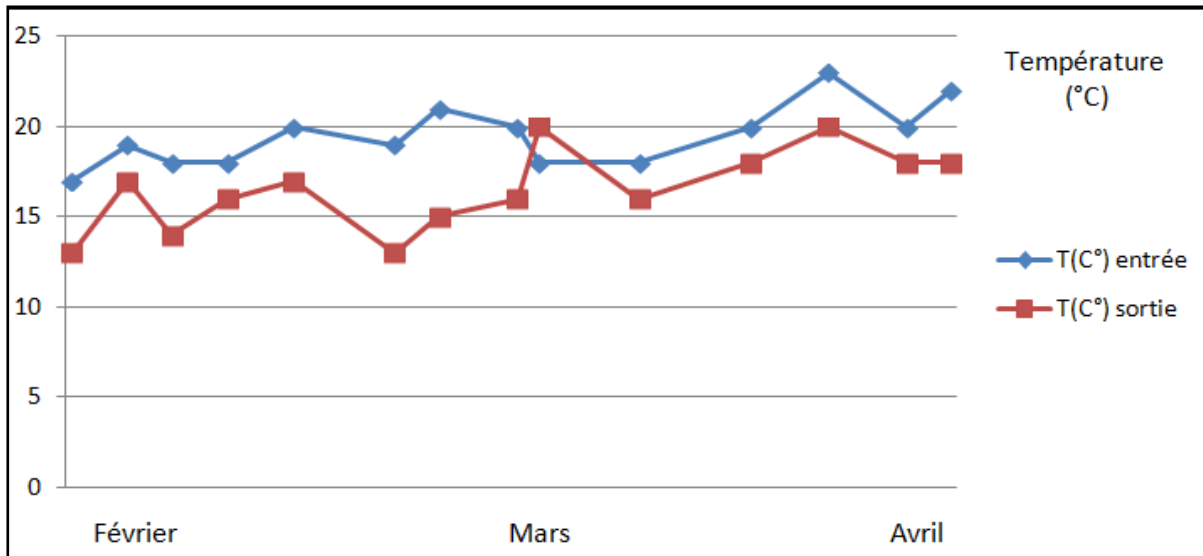
Nous avons remarqué que les valeurs journalières de température présentent une moyenne de 19,36°C des eaux brutes qui varie entre une valeur maximale 23 C° de mois avril, et valeur minimale 17 C° dans le mois de janvier. Pour les eaux traitées présentent une moyenne de 16,47 C° qui varie entre la valeur maximale 20 C° de mois d'avril , et valeur minimal 13C° de mois janvier .

On observe (figure 13) une diminution des valeurs de température des eaux traitées par rapport aux eaux brutes, probablement à cause de mouvements des eaux dans les bassins entre les étages.

Les fluctuations des ces valeurs en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau.

Les normes algériennes des rejets des eaux usées traitées restent inférieures aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature, qui sont de l'ordre de 30°C (Tableau 08).





**Figure 13 :** Variation journalière de la température des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

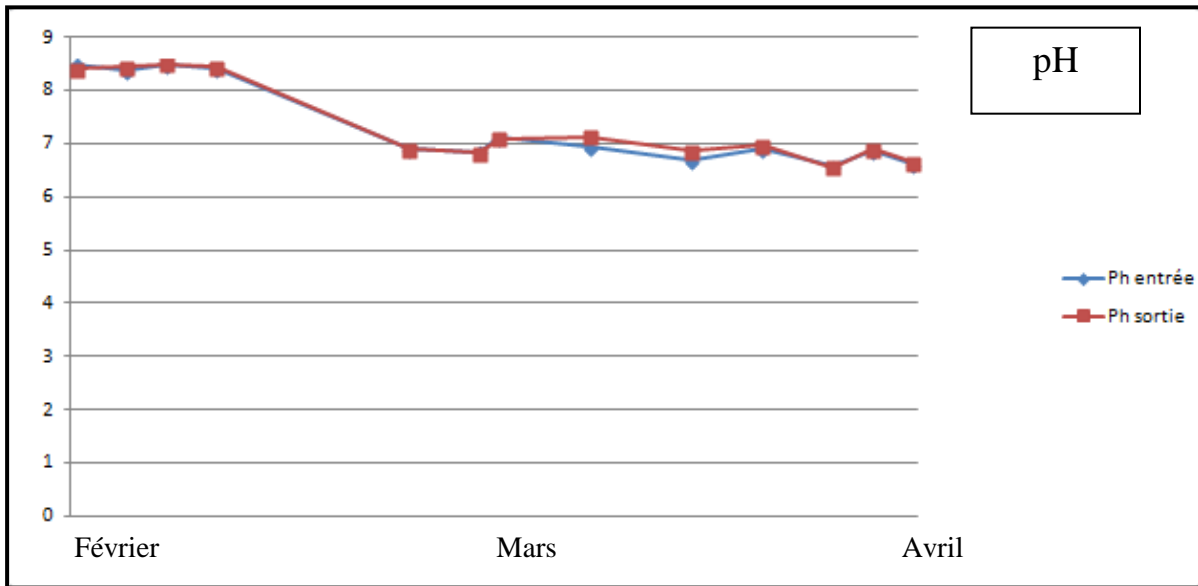
**Le tableau 08 :** la variation de la température de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moyenne.	Norme de rejet	Norme d'irrigation (OMS & JORA)
Temp. (E.B)	17	23	19,36	30	/
Temp. (E.E)	13	20	16,47	30	30

### VI.2.2.Le pH

Les résultats présentés dans la (figure 14) montrent que les valeurs journalières de pH durant notre période d'étude varient dans un intervalle de 6,59 et 8,49 pour les eaux brutes avec une valeur moyenne de 7,32. Pour les eaux traitées un intervalle de 6,56 et 8,49 avec une valeur moyenne de 7,4. (Tableau 09) Ces résultats sont comparables celle du STEP par lagunages naturel aéré du Ouargla qui sont déclarés par (BENHEDID et al, 2011).

Le rôle du pH est capital pour la croissance des microorganismes et constitue un paramètre important pour l'interprétation de la corrosion dans les canalisations des installations de l'épuration. Ces valeurs du pH enregistrées sont conformes aux normes de rejet de l'OMS et algériennes, où la valeur du pH comprise entre 6,5 et 8,5.



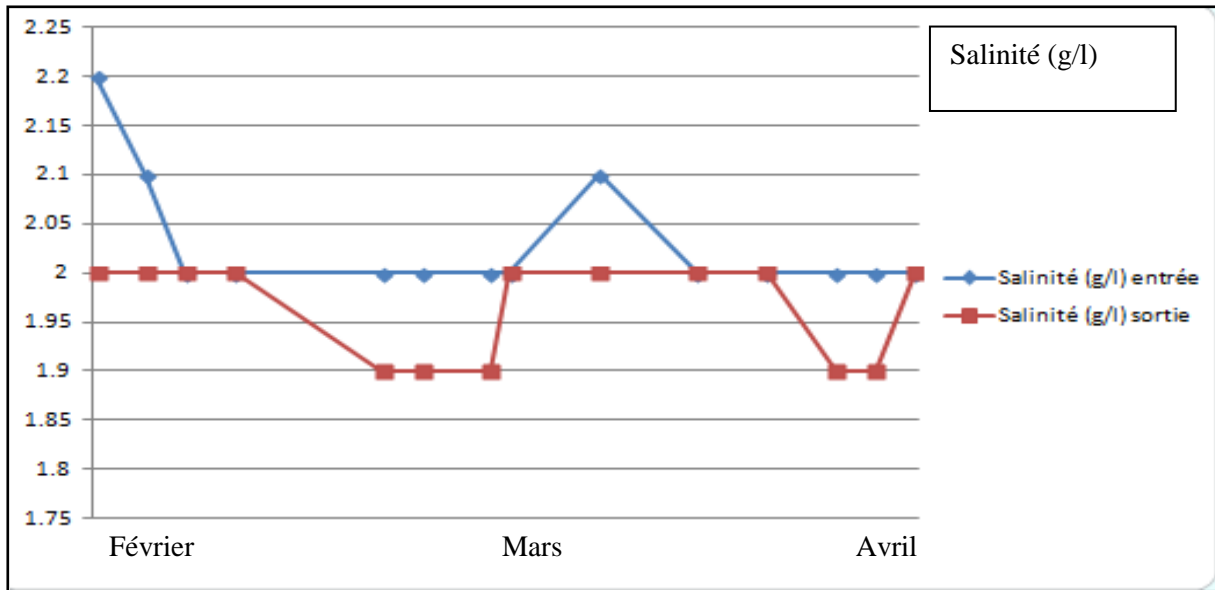
**Figure14 :** Variation journalière du potentiel d'hydrogène (pH) des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

**Le tableau 09 :** montre la variation de pH de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moyenne.	Norme de rejet	Norme d'irrigation (OMS & JORA)
Ph. (E.B)	6,58	8,49	7,32	6,36	7,95
Ph. (E.E)	6,56	8,49	7,4	5,5 - 8,5	/

### VI.2.3.La salinité

Les résultats (figure 15) de la salinité montrent que les valeurs journalières de cette dernière varient d'un minimum de 2 g/l à un maximum de 2,20 g/l avec une moyenne de 2,04 g/l pour les eaux brutes. Tant dis que dans les eaux traitées les valeurs de la salinité se situent entre 1,90 g/l et 2 g/l, avec une moyenne de 1,97 g/l, et ce qu'on a remarqué dans nos résultats si salinité augmente, la valeur de la conductivité augmente aussi (contraire juste), et ce qu'on a remarqué dans nos résultats. (tableau10).



**Figure 15 :** Variation journalière de la salinité des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

**Le tableau 10 :** la variation de salinité de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moyenne.	Norme de rejet	Norme d'irrigation (OMS & JORA)
Sal. (E.B)	2	2,20	2,04	/	/
Sal. (E.E)	1,90	2	1,97	/	/

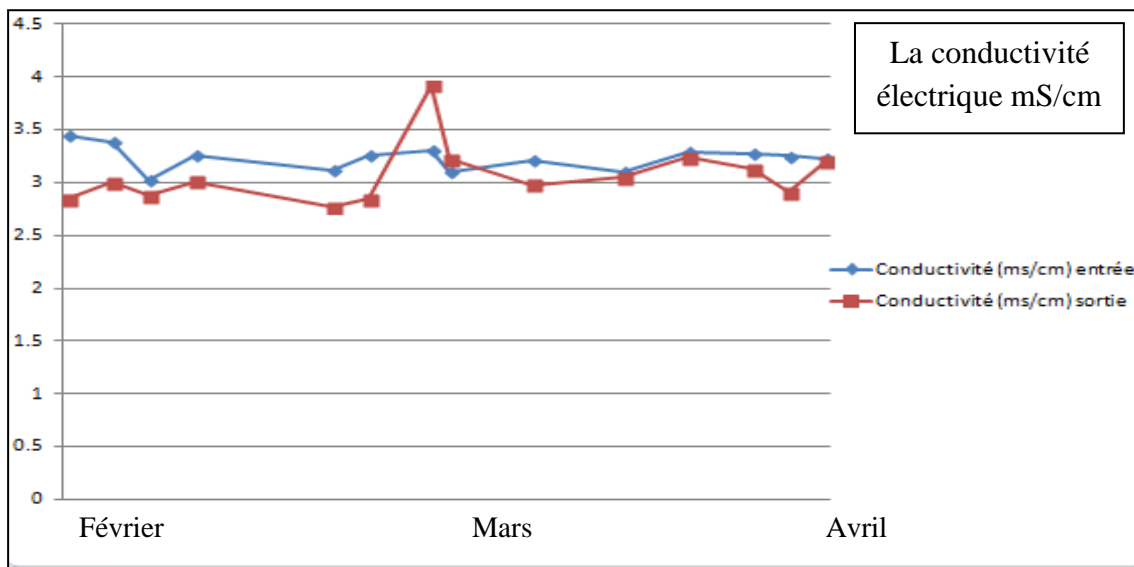
**VI.2.4.La conductivité électrique (CE)**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. Elle est directement liée à la somme des ions en solution. Elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (RODIER, 2005).

D'après la figure 16, on remarque que les valeurs de la CE varient dans un intervalle de 3,02mS/cm et 3,44 mS/cm pour les eaux brutes, et entre 2,77 mS/cm et 3,92 mS/cm pour les eaux traitées, ces résultats sont comparables avec même travaux, sont déclarés par (DOUADI et al, 2020). La conductivité augmente avec la concentration en sels dissous et aussi avec la température. L'augmentation de la conductivité électrique dans les eaux traitées

est fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente et l'évaporation des eaux dans les bassins qui augmente la concentration des sels.

La conductivité électrique est de moyenne 3,3 mS/cm pour des eaux brutes et de moyenne de 3,03 des eaux traitées (Le tableau 11). Ces valeurs de CE est plus ou moins proches, ce qui peut être expliqué par l'homogénéation de ces eaux dans les lagunes. Ces valeurs de CE, on peut dire qu'elle est (valeur approximative) correspondent avec les normes de rejetées et FAO limitée pour les eaux d'irrigation (< 3 mS/cm), permet de déduire que ces eaux usées sont acceptables pour l'irrigation des cultures.



**Figure 16 :** Variation journalière de la conductivité électrique des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

**Le tableau 11 :** la variation de conductivité électrique de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moyenne.	Norme d'irrigation (OMS & JORA)
CE. (E.B)	3,02	3,44	3,3	/
CE. (E.E)	2,77	3,92	3,03	3

**VI.2.5.L'oxygène dissous**

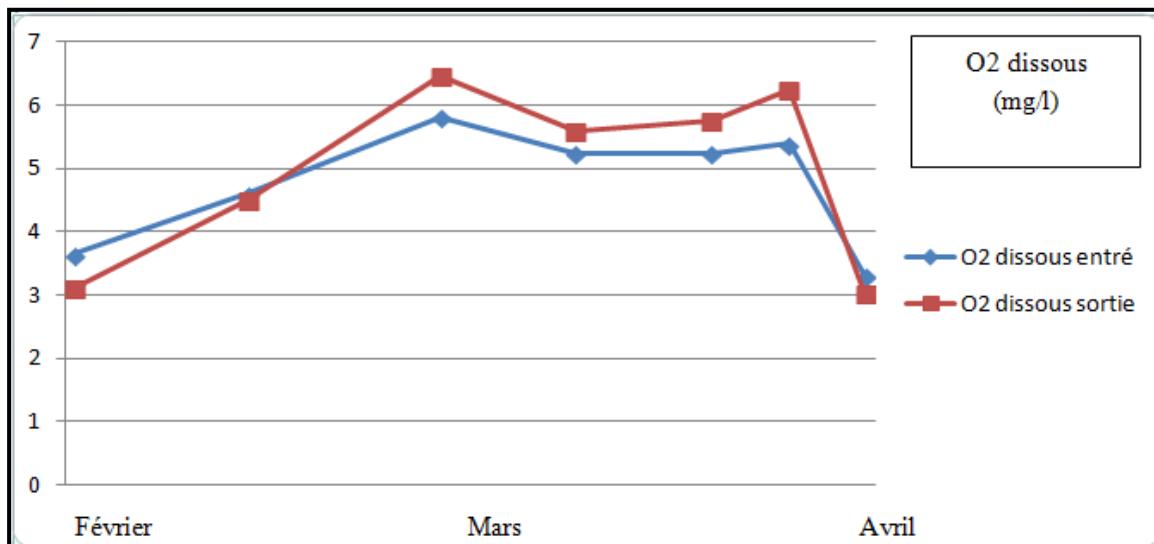
L'oxygène, toujours présent dans l'eau, sa solubilité est fonction de la température et de la pression partielle dans l'atmosphère. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement

10 mg/l. La concentration en oxygène détermine la concentration en bactéries anaérobies et aérobies ce qui conditionne le traitement biologique de la matière organique (RODIER *et al.*, 2005).

D'après les résultats obtenus (Figure 17), l'O<sub>2</sub> dissous pour l'eau brute varie entre 3,06 et 5,82 mg/l et pour l'O<sub>2</sub> dissous des eaux épurées varient entre 3,01 et 6,46 mg/l. La STEP de wilaya d' Ghardaïa lié avec la condition climatique de milieu ; température et pression atmosphérique fait un effet direct sur le processus de solubilité de l'oxygène et aussi l'action du vent qui entraîne un brassage d'eau.

Pour les eaux brutes (après traitement primaire), la concentration moyenne, est 4,21 mg/l et pour les eaux traitées de moyenne 4,43 mg/l.

Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes (tableau 12). Cette augmentation peut être expliquée par l'action photosynthétique des algues dans les bassins d'aération. Cette valeur de moyenne des eaux traitées est conforme avec des normes de rejets de l'OMS (O<sub>2</sub> dissous = 5 mg/l), ce qui contribue à l'efficacité du traitement.



**Figure 17 :** Variation journalière de l'oxygène dissous des eaux usées brutes (après un traitement primaire) et des eaux traitées de station de Ghardaïa.

**Le tableau 12 :** la variation de l'oxygène dissous de l'eau brute et épurée de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moyenne.	Norme de rejet (OMS)
O2 dissous. (E.B)	3,06	5,82	4,21	/
O2 dissous. (E.E)	3,01	6,46	4,43	5

#### VI.2.6.Matières en suspensions (MES)

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau (sable, boues, particules organiques, plancton, etc.) ; elles sont fonction de la nature des terrains traversées, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets... etc. (RODIER, 2005).

Selon la figure 18, qui représente la variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées de STEP de Ghardaïa, nous observons une variation des valeurs des MES des eaux brutes et traitées avec une valeur moyenne de l'ordre de 157 mg/l pour les eaux brutes et 83,66 mg/l pour les eaux traitées. Les valeurs des eaux traitées dépassent les normes de rejets recommandées par l'OMS et l'Algérie (30mg/l).

La figure 19 montre la variation moyenne mensuelle des rendements de MES dans le temps.

Nous enregistrons une élimination moyenne de cette pollution organique (59%) pendant la période d'étude.

La variation des rendements moyennes mensuelles de MES dépendent, éventuellement, de certains facteurs (la charge organique, des effluents, climat, saison... etc.).(Tableau 13)

L'augmentation de la charge des MES ne représente pas une pollution en soi, tant que le milieu récepteur est assez grand peut accepter cette charge de matière organique vivante.

Pour cette raison, les stations de lagunage doivent éviter des rejets dans des milieux clos et/ou trop petits, sous risque d'entraîner des phénomènes d'eutrophisation.

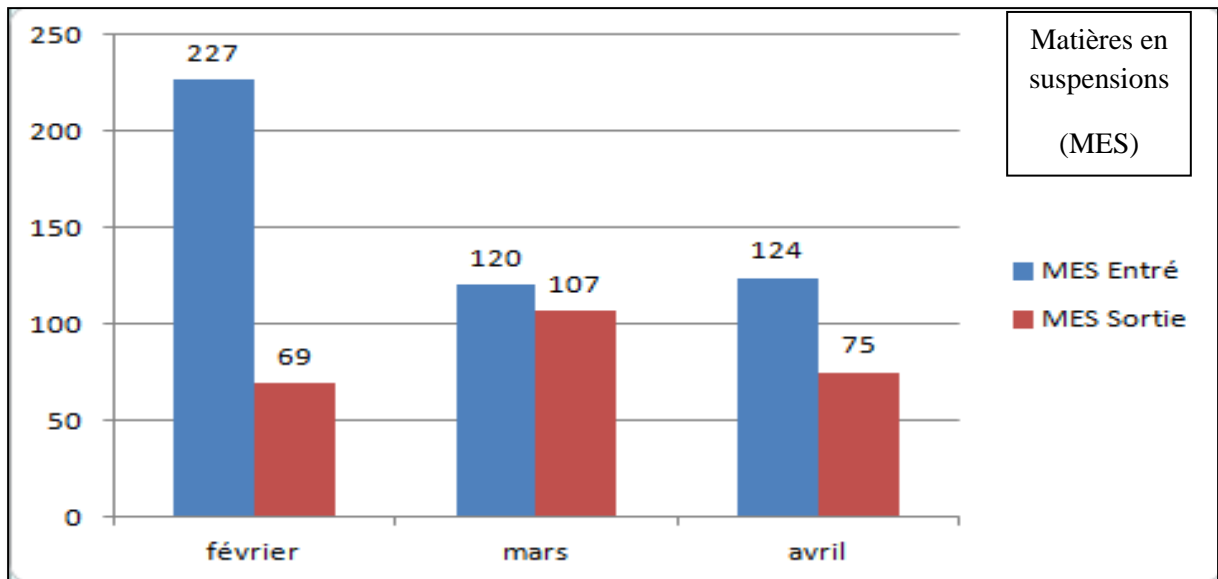


Figure 18 : Variation mensuel de MES des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

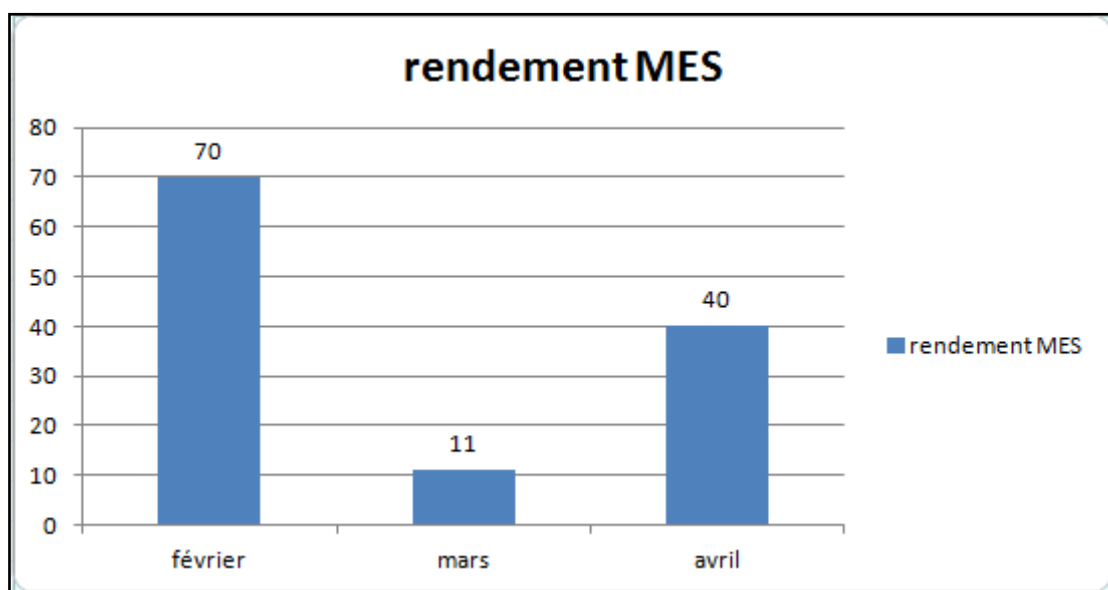


Figure 19 : Rendement d'élimination mensuel de MES de station de Ghardaïa.

**Le tableau 13** : la valeur : minimale, maximale et moyenne des matières en suspensions de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moy.	Norme d'irrigation (JORA & OMS)
MES (E.B)	120	227	157	/
MES (E.E)	69	107	83,66	< 30

#### VI.2.7.La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biologique en oxygène estime la quantité d'oxygène requise pour stabiliser la matière organique susceptible d'être dégradée sous conditions aérobies. Ce paramètre évalue indirectement la quantité de matière organique biodégradable. Il constitue le principal critère utilisé dans le contrôle de la pollution des corps récepteurs de la charge organique. Si celle-ci est trop importante, le niveau d'oxygène dissous sera trop bas.

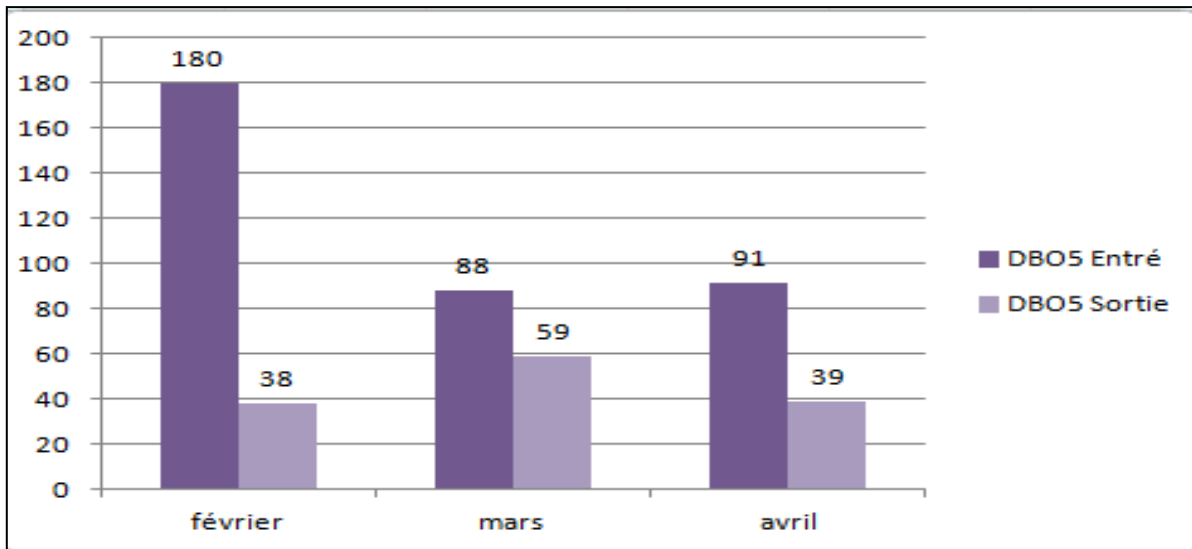
A partir des résultats obtenus, on remarque que les mesures effectuées sur les eaux brutes de la STEP ont un moyen de 157mg/l. La moyenne de DBO<sub>5</sub> des eaux traitées est de 45,33 mg/l, cette valeur ne répond pas aux normes (30 mg /l).tableau 14.

En remarquant à partir les figures ci-dessous N° 20, une variation des valeurs de DBO<sub>5</sub>, cette variation est en relation avec la charge en matières organiques biodégradables, aussi avec leur richesse en micro-organismes et la quantité d'oxygène dissous pour chaque étage de traitement.

Nous remarquons (figure 21) une moyenne élimination de cette pollution organique, avec un rendement moyen de 62%, les rendements mensuels varient entre 79%, 33% et 57% .

Il faut retenir que dans un milieu nettement pollué, des faibles valeurs de DBO<sub>5</sub>, peuvent être liées à la présence d'éléments toxique inhibiteurs, d'ou l'intérêt de ne pas considérer la DBO<sub>5</sub> comme unique critère d'estimation de la qualité d'une eau (RODIER et al, 2005).

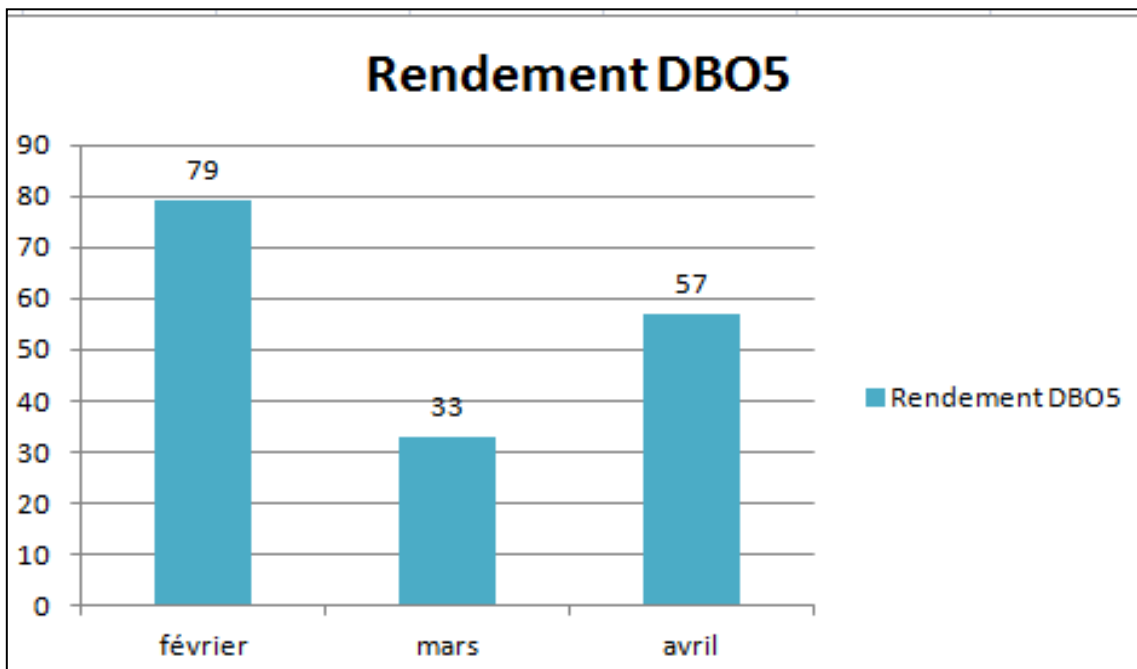




**Figure 20 :** Variation mensuel de DBO<sub>5</sub> des eaux usées brutes et traitées de station de Ghardaïa.

**Le tableau 14 :** la valeur : minimale, maximale et moyenne de la demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub> de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moy.	Norme de rejet
DBO <sub>5</sub> (E.B)	88	180	119,66	/
DBO <sub>5</sub> (E.E)	38	59	45,33	30



**Figure 21 :** Rendement d'élimination mensuel de la DBO<sub>5</sub>.

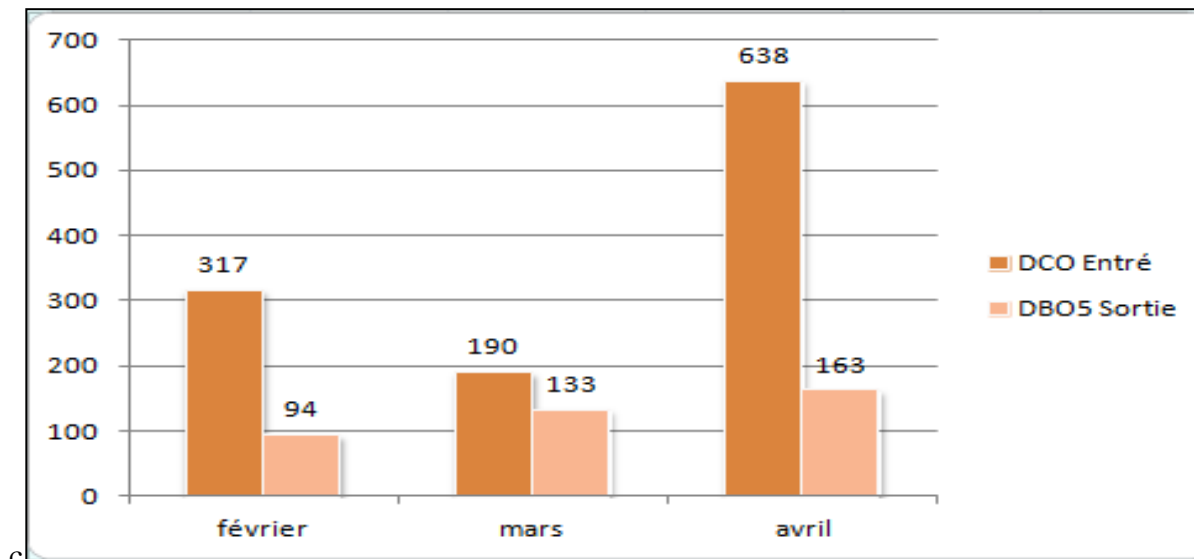
### VI.2.8. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène permet une estimation de la concentration en matière organique, sa mesure ne fait pas la différence entre la matière organique biodégradable et non biodégradable (RODIER *et al*, 2005).

Les résultats de DCO obtenues pour les eaux traitées varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 94,10mg/l à un maximum de 163mg/l, et avec une moyenne de 130,03mg/l. (Figure22).

Ces valeurs sont supérieures à la norme nationale des rejets 90 mg/l, celles des eaux brutes entre un minimum de 190mg/l et à un maximum de 638 mg/l, avec une moyenne de 381,66mg/l. nous remarquons une diminution des valeurs pour les eaux traitées par rapport aux eaux brutes. La réduction de la demande chimique en oxygène peut être expliquée par la diminution de la matière organique complète par oxydation chimique des molécules oxydables contenues dans l'eau. Tableau 15.

On remarque (figure23) une efficacité de traitement secondaire de la station dans l'élimination de cette pollution organique, d'après la comparaison entre les valeurs de DCO des eaux brutes et celle des eaux traitées, nous notons comme prévu un bon rendement, avec un rendement moyen de 67%, les rendements mensuels varient entre 70%, 30%, et 74%.



**Figure 22 :** Variation mensuel de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées de station de Ghardaïa.

Le tableau 15 : minimale, maximale et moyenne de la demande biochimique en oxygène DCO de la station d'épuration de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moy.	Norme de rejet	Norme d'irrigation (JORA*/OMS**)
DCO (E.B)	190	638	381,66	900	/
DCO (E.E)	94,10	163	130,66	90 à 120	< 90*

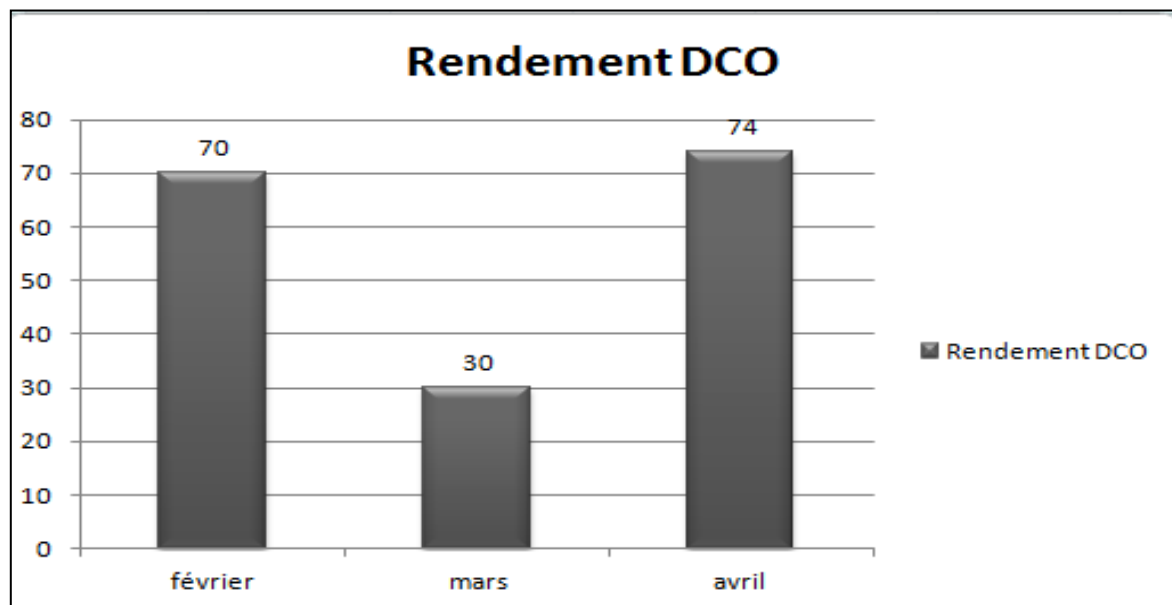


Figure 23 : Rendement d'élimination mensuel de la DCO.

### VI.3. Les analyses bactériologiques

Selon les résultats de l'analyse bactériologique obtenue des coliformes totaux des eaux traitées de station Ghardaïa présentent une variabilité pendant la période d'étude.

On remarque une diminution dans les valeurs des eaux traitées à cause de l'intervention des certains paramètres ayant un effet sur les bactéries dans les lagunes, telle que le rayonnement solaire, le pH, la température de l'eau du bassin, la DBO<sub>5</sub> et l'Oxygène dissous.

D'après les normes de rejet du ministère français de l'environnement (MFE), les valeurs des moyennes des germes des coliformes totaux (563,33ml /100) sont dans les normes (< 50 000/100ml).

Tableau 16: Résultats des analyses bactériologiques

date de prélèvement	Point de prélèvement	Colif.T (germes/100ml)	Colif. F (germes/100ml)	Strept.T (germes/100ml)	Strept.F (germes/100ml)	Clostr. (spores)
13/2/2022	E	$3.10^5$	$3.10^5$	$3.10^4$	$3.10^4$	Indénombrable
	S	$15.10^2$	$3.10^5$	$3.10^2$	$3.10^2$	06 spores
13/3/2022	E	$4.10^2$	$4.10^2$	$3.10^5$	$3.10^5$	Indénombrable
	S	160	160	$65.10^3$	300	13spores
13/04/2022	E	300	300	$3.10^3$	$3.10^3$	Indénombrable
	S	30	30	300	300	09
<b>Rendement</b>		83,16%	50%	89,11%	96,3%	–
<b>Normes (JORA2009)</b>		< 50 000	< 20 000	–	–	–

**E** : entré (eau brute)

**S** : sortie (eau traité)

#### VI.4.1.Coliformes totaux (CT)

Selon les résultats de l'analyse bactériologique obtenue des coliformes totaux des eaux traitées de station Ghardaïa présentent une variabilité pendant la période d'étude.

On remarque une diminution des valeurs des eaux traitées .cette dernière à cause de intervention des certaines paramètres telle que : le rayonnement solaire, le pH et la température de l'eau du bassin, aussi a charge en DBO<sub>5</sub>, Oxygène dissous, qui fait un effet sur es bactéries dans les lagunages des traitements.

D'après les normes du MFE (ministère français de l'environnement) , les valeurs des moyennes des germes des coliformes totaux ( $563,33\text{ml} / 100$ ) conforme aux normes < 50 000/100ml.

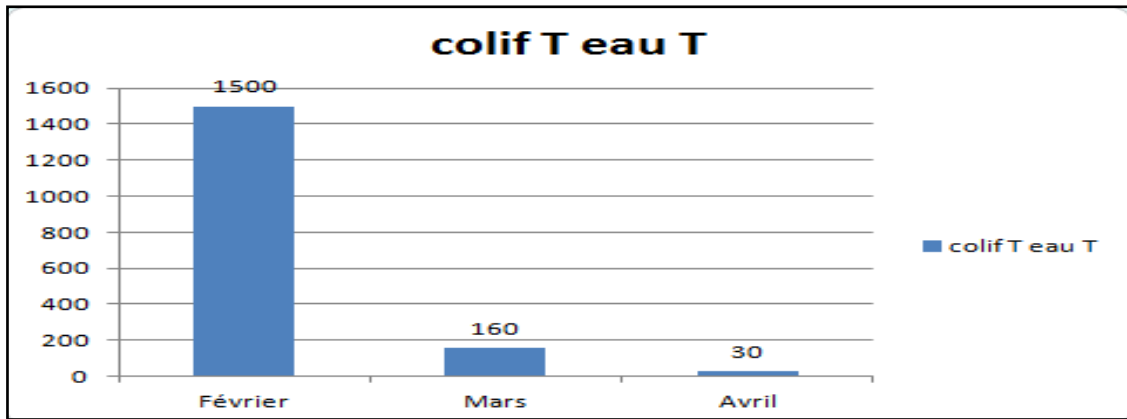


Figure 24 : Évolution des coliformes totaux des eaux traitées da station de Ghardaïa.

Le tableau17 : des statistiques liées aux coliformes totaux (N/100ml) de l'eau brute et traitée.

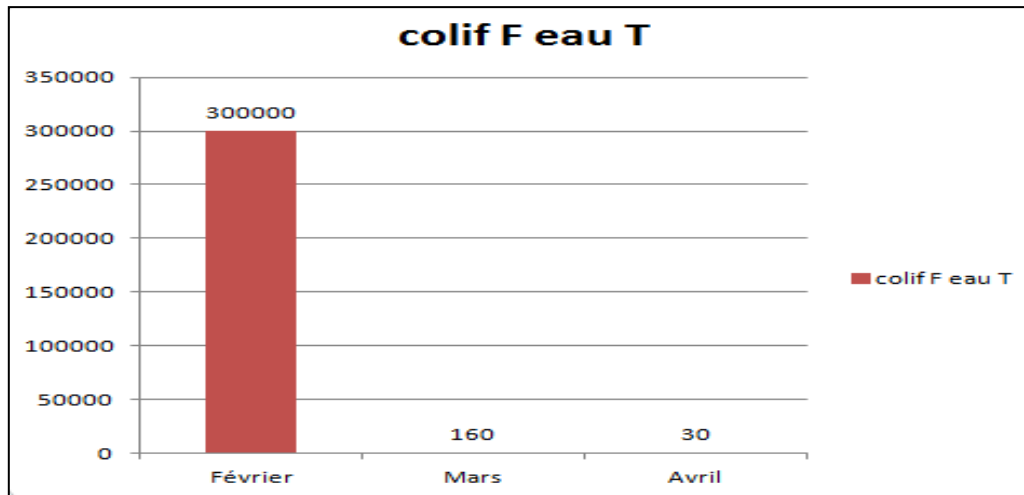
Valeur	Min.	Max.	Moy.	Norme d'irrigation (MFE)
CT (E.B)	300	$3.10^5$	100233,33	/
CT (E.E)	30	$15.10^2$	563,33	< 50 000

#### VI.4.2.Coliformes fécaux (CF)

La figure 29 représente les résultats de coliformes fécaux obtenus après un traitement secondaire des eaux usées de la STEP de Ghardaïa.

On observe une grande variabilité des germes fécaux dans les eaux traitées de la STEP de Ghardaïa dans le mois de Février par rapport les autres mois Mars et Avril. De ce fait, nous concluons que la température est un effet direct sur le l'activité des bactéries dans les bassins de traitement.

Après le traitement, la charge bactérienne en moyenne est de 100063, 33/100 ml qui dépasse la norme (< 20 000 /100 ml) d'après DEGREMONT (1993).



**Figure 25 :** Évolution des coliformes fécaux des eaux traitées da station de Ghardaïa.

**Le tableau 18 :** des statistiques liées aux coliformes fécaux de l'eau brute et traitée de STEP de Ghardaïa.

Valeur	Min.	Max.	Moy.	Norme d'irrigation (MFE)
CF (E.B)	300	$3.10^5$	100233,33	/
CF (E.E)	30	$3.10^5$	100063,33	< 20 000

La comparaison des résultats bactériologiques des eaux brutes avec ceux des eaux usées traitées par le rendement d'élimination des bactéries, nous notons un rendement moyen total d'abattement de 83,16% pour les coliformes totaux et de 50% pour les coliformes fécaux, de 89,11% pour les streptocoques totaux et de 96,3 % concernant les streptocoques .Ces résultats sont comparables avec ceux de (TFYECHE<sub>7</sub>, 2014) de la STEP Ouargla. On remarque que cette STEP a un bon rendement sur le plan sanitaire surtout, et qui présente des motivations pour la réutilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation.

#### VI.5.Conclusion :

Le suivi des analyses des paramètres de pollution telles que ( $DBO_5$ , DCO, MES, pH,  $O_2$ , CE, Salinité...) ainsi que les paramètres bactériologiques des eaux usées de STEP de Ghardaïa, nous a montré qu'il y a des grandes différences entre les valeurs des eaux traitées et celles des eaux brutes.

# **CONCLUSION GENERALE**

Au terme de cette étude, nous constatons que, les eaux usées ont des origines différentes. On distingue en particulier les eaux usées domestiques des eaux usées industrielles. Celles-ci contiennent différents polluants qu'il faut éliminer avant le rejet de ces eaux en milieu naturel.

Nous nous sommes intéressés dans ce mémoire, à l'étude de déterminer la qualité des eaux brutes et traitées par la station d'épuration par lagunage naturel EL ATTEUF KAF DOUKHANE. Pour cet objectif, l'étude s'est proposé d'analyser expérimentalement des paramètres globaux d'estimation physicochimiques et microbiologiques des eaux usées.

Nous concluons que la performance de la STEP de Ghardaïa est bon, vue l'abattement de la charge organique s'effectuée avec des rendements 62,11% pour DBO<sub>5</sub>, 67% pour DCO et 47% pour MES, ainsi que les valeurs de paramètres physicochimiques.

Par conséquent, l'évacuation dans le milieu naturel n'a aucun danger. En outre, une valorisation pour l'irrigation reste des recommandations en attendant des études pertinentes. Les résultats expérimentaux obtenus lors de cette étude montrent que les eaux usées de la station d'épuration de Ghardaïa dont le traitement se fait par lagunage naturel sont des eaux usées épurées nécessitent un traitement tertiaire pour les utiliser dans le domaine agricole (l'irrigation) sans aucun risque

Cette station d'épuration est convenable pour atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Supprimer les nuisances en zone urbanisées.
- ✓ Protéger le milieu récepteur et la nappe phréatique.
- ✓ Rendre possible la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation.

A partir de cette étude, nous proposons que :

- ✓ Les palmiers dattiers représentent la culture principale de vallée M'Zab, qui caractérisée par une grande résistance vis-à-vis les eaux épurées.
- ✓ On a proposé aussi que l'irrigation se fait par le système goutte à goutte parce que ce système d'irrigation a beaucoup d'avantages surtout dans le coté d'économie d'eau.
- ✓ Additionner au laboratoire de la STEP les analyses bactériologiques pour contrôler la qualité microbiologique des eaux épurées.
- ✓ Résoudre le problème de prolifération des algues pour augmenter les rendements d'abattement des MES.



# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

---

1. **ANRH** (Agence National des Ressources Hydrique).,(2010). Note de synthèse sur les premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du Continental Intercalaire dans la wilaya de Ghardaïa, Rapport de l'Agence nati. res. hyd. Ouargla, 10P.
2. **ATOUSSE Z. et ATTAB S. 2007.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des rejets domestiques bruts de la direction régionale de Haoud-Berkaoui. Mém. D.E.S. Microbiologie.46p.
3. **BAOUIA A. et HABBAZ D. 2006.** La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux usées de la ville de Ouargla et caractérisation des eaux de Chott de Ain El Baida. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Univ de Ouargla.22p.
4. **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2004).** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
5. **BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2005),** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Observatoire régional de la santé Île-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, 222p.
6. **BECHAC J., BOUTIN B., MERCIER P., NUER B., 1984.**Traitement des eaux usées. Edition EYROLLES, Bd St Germaine-75005 Paris cedex 05.
7. **BELAHMADI M. S. O., (2011),** Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le micro-biote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad. Mémoire magister de l'université Mentouri-Constantine, 83p.
8. **BEN CHEHEM M , BOUAZZA H et LABBAZ L. (2014) .** Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole . Mémoire de licence. Université d'OUARGLA.
9. **BEN HHEDID H , HARROUZ N.(2011) .** Contribution à l'étude de la performance d'une station d'épuration des eaux usées par lagunage (Ouargla).
10. **BENALI A etTHAMER O ., (2019).** Diagnostic de Fonctionnement de la station D'épuration de Kouinine: Solutions Proposées.
11. **BENGUELIA et HADJ BRAHIM, 2018.**Etude hydrogéologique de continental intercalaire dans la région de Ghardaïa.
12. **BENSAHA H., BENSAHA L., ACHOUR M.,(2011).** Réflexions pour préserver l'environnement : cas de la vallée du M'Zab (Algérie).
13. **BOUZIANI, M. 2000.** L'eau de la pénurie aux maladies. Ed. Ibn Khaldoun Oran. 117p .

## Références Bibliographiques

---

14. **Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2015)** - Détermination de la conductivité : méthode électrométrique. Docum. 115, 9 p.
15. **CHSP, 2009**. Centre d'hygiène et de salubrité publique .
16. **DAOUADI I, DENARDERRAHMANE Y. ( 2021)** . Situation actuelle de la gestion des eaux non conventionnelles dans la vallée du M'Zab -wilaya de Ghardaïa .mémoire de Master ,université GHARDAIA.
17. **DEGREMENT, 1989**. Mémento technique de l'eau. Tome2.Ed 9eme .595p.
18. **DEGREMENT, 2005**. Mémento technique de l'eau. Tome 1. Ed10 eme .466p.
19. **DPSB, (2020)**.Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa, la Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires.
20. **DRECHSEL P., SCOTT C. A., RASCHID-SALLY L., and REDWOOD M. et BAHRI A., (2011)**, L'irrigation avec des eaux usées et la santé : évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu. Presses de l'université Québec, 440p.
21. **DSA, 2012**. Atlas agriculture, Rapport annuel, Ghardaïa, 14p.
22. **DUBIEF J.,(1963)**.Le climat de Sahara. Institut de recherches Sahariennes, tome II, fasciculeI, Alger, 264p.
23. **FRANK, R. 2002**. Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 171p.
24. **GAID A., 1984**. Épuration biologique des eaux usées urbaines. T. 1ère édition ; OPU, Alger, 261p.
25. **GAUJOUS D. (1995)**- La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
26. **Journal Officiel De La République Algérienne, 1993**. Normes de rejets dans le milieu récepteur. N° 46, 7-12.
27. **KARPOFF R.,(1952)**.Observation préliminaire sur l'hydrologie du Bas- Sahara.Congrès Géol. Intern. Session d'Alger, n.19, p.201-231 .
28. **KHADRAOUI A., TALEB S. (2008)**- Qualité des eaux de sud Algerien. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam. 367p.
29. **KITOUS, 2012)**. Forme urbaine et environnement thermo-aéraulique en climat chaud et sec : Cas du ksar de Ghardaïa dans le Sahara algérien, Thèse Doc. EPAU, 319 p.
30. **LABADI, K. et MOUKAR, M.2010**. Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbaines par lagunage de la ville de Ouargla. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharienn. Univ de Ouargla. 29p.

## Références Bibliographiques

---

31. **LE HOUEROU, 1995** . Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. OPTIONS méditerranéennes, Série B : Etude et recherche N°10. ED. CIHEAM, Montpellier, 396 p.
32. **NEGAIS H. (2015)**. La réutilisation des effluents urbains traités par lagunage dans la cuvette de OUARGLA .Etats des lieux , enjeux et perspectives . mémoire de Magister, université Kasdi Merbah OUARGLA.
33. **OMS, 2005**. Etude parasitologie médicale. technique de base pour le laboratoire. opérationnelles et recommandations pour l'action, Février 2011.
34. **RICHARD C. (1996)**- Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
35. **RODIER J., BAZIN C, BROUTIN J. P, CHAMBON P, CHAMPSAUR H ET ROLIL. (2005)** - L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edit. Dunode, Paris. 1383p.
36. **Rodier, J. (1996)**. Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1384 p.
37. **ROTBARDT A.,(2011)** .Rapport final: Réutilisation des eaux usées traitées. Perspectives .
38. **SADOWSKI A. (2002)** - Généralités sur les techniques de l'assainissement. In : Traitement des eaux usées urbaines. Cirsee. Engees, 99-139.
39. **SOW I. (2001)** . Eaux usées : Normes de rejet. Docum. ISN 5, 27 p.
40. **TARDAT-HENRY M.**, Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, 1992, pp 213-215.
41. **TFYECHE L. (2014)**. Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement .mémoire de Master , université Ouargla.
42. **TOZE, S., 1999**, PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. Wat Res. Vol 33, N°17, Ed Elsevier Science Ltd, Great Britain, pp 3545– 3556.
43. **ZAHOUANI B. (2013)**. Gestion des eaux usées épurées en zone aride : cas de la STEP d'EL Atteuf (Ghardaïa) .mémoire de Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger.

# **Annexes**

## Annexes

**ANNEXE 1** : Tableau 19 Résultats des analyses physico-chimiques des eaux brutes et traitées de la STEP de Ghardaïa.

Paramètres	T(C°)		Ph		Conductivité (ms/cm)		Salinité (g/l)		O2 dissous (mg/l)	
	Entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	Sortie
<b>01/02/2022</b>	17	13	8,35	8,41	3,44	2,85	2,20	2	3,74	4,24
<b>06/02/2022</b>	19	17	8,37	8,45	3,39	3,00	2,10	2	3,37	3,56
<b>10/02/2022</b>	18	14	8,49	8,49	3,02	2,88	2	2	3,33	3,47
<b>15/02/2022</b>	18	16	8,40	8,44	3,26	3,01	2	2	3,06	3,41
<b>21/02/2022</b>	20	17	/	/	3,30	2,90	2	1,90	3,50	4,20
<b>02/03/2022</b>	19	13	6,91	6,89	3,12	2,77	2	1,90	5,02	3,70
<b>06/03/2022</b>	21	15	6,85	6,83	3,26	2,85	2	1,90	4,19	3,92
<b>13/03/2022</b>	20	16	7,12	7,10	3,31	3,92	2	1,90	3,41	3,47
<b>15/03/2022</b>	18,5	20	6,93	7,13	3,10	3,22	2	2	3,65	3,10
<b>24/03/2022</b>	18	16	6,70	6,87	3,21	2,98	2,10	2	4,60	4,50
<b>03/04/2022</b>	20	18	6,89	6,96	3,10	3,05	2	2	5,82	6,46
<b>10/04/2022</b>	23	20	6,59	6,56	3,29	3,24	2	2	5,24	5,59
<b>17/04/2022</b>	20	18	6,86	6,89	3,27	3,13	2	1,90	5,25	5,75
<b>21/04/2022</b>	22	18	6,61	6,64	3,25	2,91	2	1,90	5,39	6,25
<b>25/04/2022</b>	23	20	6,86	6,74	3,23	3,20	2	2	3,30	3,01

## Annexes

---

**ANNEXE 2** : Tableau 20 Résultats des analyses de la DCO, DBO5, MES des eaux brutes et traitées de la STEP de Ghardaïa.

Parameters	DCO (mg/l)		DBO5(mg/l)		MES	
	entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	Sortie
02/02/2022	317	94.10	180	38	227	69
16/03/2022	190	133	88	59	120	107
17/04/2022	638	163	91	39	124	75
Rendement%	67%		62%		47%	

## Annexes

### **ANNEXE 03:** Tableau 21 Mode opératoire des analyses bactériologiques

Tableau de MAC GRADY pour le calcul de l'NPP dans les dilutions (03 tubes/dilutions)

NC	NPP	NC	NPP
000	0	222	3.5
001	0.3	223	4
010	0.3	230	3
011	0.6	231	3.5
020	0.6	232	4
100	0.4	300	2.5
101	0.7	301	4
102	1.1	302	6.5
110	0.7	310	4.5
111	1.1	311	7.5
120	1.1	312	11.5
121	1.5	313	16
130	1.6	320	9.5
200	0.9	321	15
201	1.4	322	20
202	2	323	30
210	1.5	330	25
211	2	331	45
212	3	332	110
220	2	333	140
221	3		



## Annexes

### ANNEXE 04 : Le calcul de l’NPP

Pour calculer le nombre le plus probable « NPP » il faut suivre les étapes suivantes :

1-faire des dilutions en série de 10 en 10 avec, soit 3 tubes par dilution soit 5 tubes par dilution

2-après incubation, affecter un chiffre égal au nombre de tubes positif (0-3) ou (0-5)

3-faire des groupes de 3 les chiffres de la suite obtenue, en commençant par la plus faible dilution

4-choisir la plus grand nombre possible.

5-lire la valeur «n » dans la table de mac grady.

6-on déduire la concentration des bactéries : (bactéries)=n/valeur de la dilution correspondante au dernier chiffre.

Tableau22 : Exemple sur le calcul de l’NPP

La dilution	Concentration des bactéries (ml)	Les résultats	Le nombre Caractéristique
10	1	+++	3
$10^{-1}$	0.1	+++	3
$10^{-2}$	0.01	++-	2
$10^{-3}$	0.001	+--	1
$10^{-4}$	0.0001	---	0

Le nombre caractéristique est : 321

- la valeur de « n » dans la table de mac grady qui correspond au »321 »est 15
- la valeur de la dilution correspondant au dernier chiffre est :  $10^3$

On calcule donc la concentration des bactéries :

$$(\text{Bactéries})=15/10^{-3}=150\text{bacteries /ml}$$

## Annexes

### ANNEXE 06 : Les figures des analyses bactériologie :

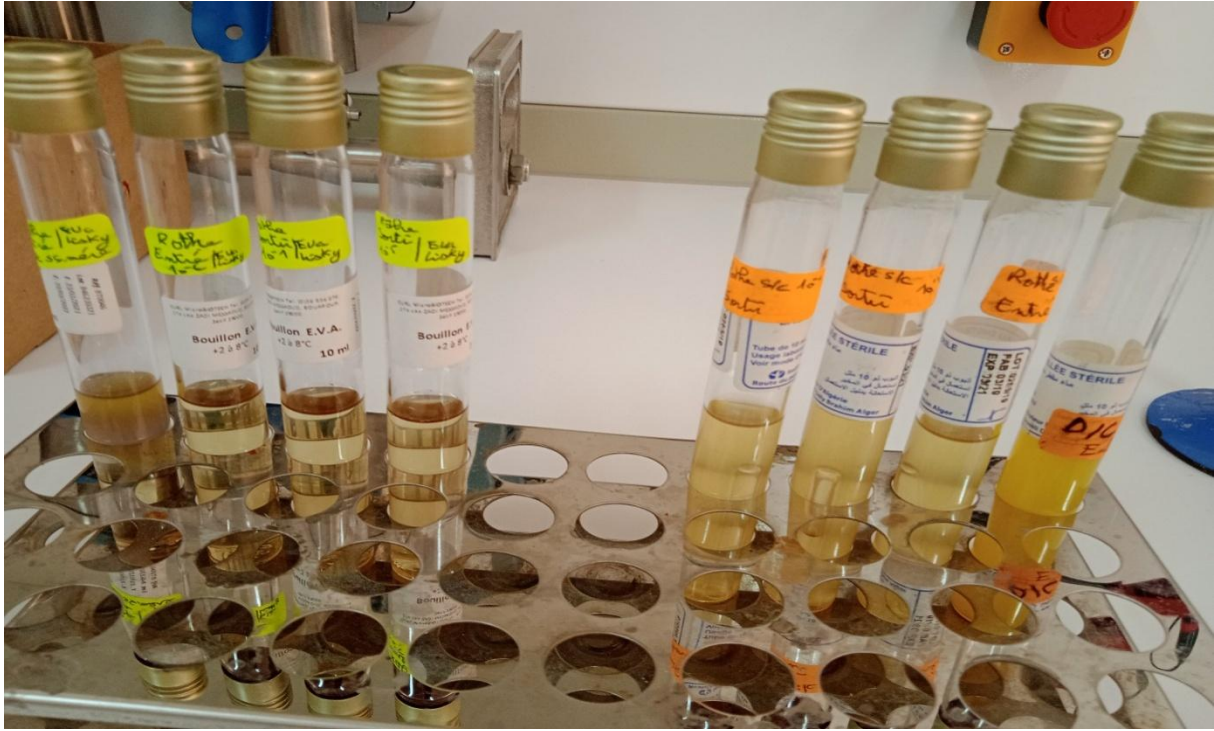


**Photo 16:** test confirmatif des Streptocoques fécaux des eaux brutes et traitées

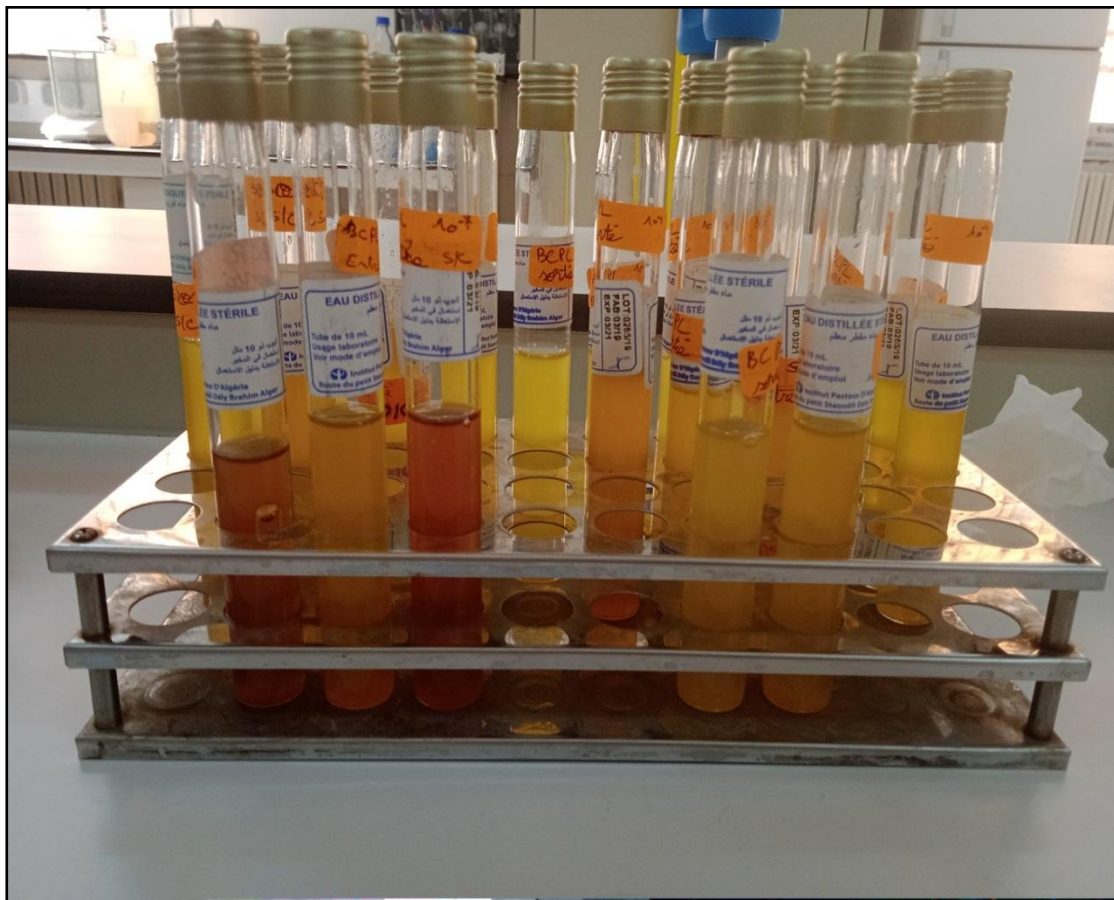


**Photo17:** Incubation des tubes à essais

## Annexes



**Photo18 :** Teste de confirmation pour les streptocoques fécaux



**Photo19 :** résultats incubation des tubes de coliformes totaux

## Annexes

---



**Photo20 : Recherche du clostridium sulfite-réducteurs**

# Résumé

## Contribution à la caractérisation de la qualité physico-chimique et microbiologique des effluents traités de la station d'épuration (STEP) Cas de wilaya de GHARDAIA (Kaf El Dokhane, d'EL Atteuf).

### Résumé :

La wilaya de Ghardaïa a bénéficié d'une station d'épuration de type lagunage naturel, localisées à El Atteuf. Dont elle reçoit les eaux usées de l'agglomération de Ghardaïa, bounoura et El Atteuf et les traite par voie biologique. Cette station a été installée, notamment pour la raison de supprimer les nuisances dans les zones urbaines, de protéger la nappe phréatique ainsi que le milieu récepteur. Nos échantillons ont subi aux analyses physico-chimiques et bactériologiques pendant 03 mois (février, mars, avril).

Les résultats obtenus montrent une efficacité moyenne pour le rendement de l'élimination de la charge organique, dont la  $DBO_5$  est de (62%), et (67%) pour la DCO et moyen pour les MES (47%). Concernant l'élimination des bactéries, nous notons un rendement moyen de 66.5% pour les coliformes totaux et fécaux. Les résultats des analyses des eaux traitées montrent que ces eaux sont valorisables ...

**Mots-clés :** Eaux usées, STEP, traitement, analyse, Ghardaïa, traitée, brute.

## المساهمة في توصيف الجودة الفيزيائية و الكيميائية والجودة الميكروبيولوجية للنفايات السائلة المعالجة من محطة الصرف الصحي ولاية غرداية

### الملخص

استفادت مدينة غرداية من محطة تصفية للمياه القدرة التي تعتبر الاولى من نوعها في الولاية التي تهدف الى معالجة مياه الصرف الصحي المنزلي الناتجة عن سكان وادي ميزاب على الطريقة البيولوجية الاحواض الطبيعية • الدراسة تهدف الى تقييم نوعية المياه القدرة و المعالجة من المحطة •

في اطار الدراسة اجرينا تحاليل فيزيائية وكيميائية و ميكروبيولوجية مدة ثلاث اشهر فيفري مارس افريل لتقييم مدى فعالية المعالجة البيولوجية في الحد من التلوث ثم مقارنة هذه النتائج مع المعايير المحددة من طرف النظم الدولية والوطنية •

اظهرت النتائج متوسط الكفاءة من اجل ازالة التلوث العضوي مردود يقدر ب 65% للمطلب البيولوجي للأكسجين و 67% للمطلب الكيميائي للأكسجين و 47% من حجم المواد العالقة •

النتائج لخصت ان للمياه المعالجة امكانية للاستعمال في عدة ميادين مختلفة ولكن مع الاخذ بالشروط الحماية الصحية ا و من خلال تحسين هذه العملية من خلال مزيد من المعالجة لهذه المياه •

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف، محطة معالجة المياه المجاري ، علاج، تحاليل ، غرداية ، المعالجة، القدرة •

## Contribution to the characterization of the physico-chemical and microbiological quality of the treated effluents of the wastewater treatment plant (STEP) Case of wilaya of GHARDAIA (Kaf El Dokhane, of EL Atteuf).

### Abstract

The city of Ghardaïa presents a wastewater treatment plant in operation, this station is the first of its kind in the wilaya of Ghardaïa, currently it is intended to treat domestic wastewater produced by the population of the M'Zab valley by a type of natural lagoon treatment. My studies aims to study the quality of raw and treated water from the wastewater treatment plant (WWTP) of Wilaya de GHARDAIA. The method used in my work depends on carrying out physico-chemical and bacteriological analyzes of raw and treated water in the STEP laboratory for 03 months (February, March, April) to study the effectiveness of biological treatment in reducing the pollution by WWTP wastewater, and then compare the results of the physico-chemical and bacteriological analyzes on the treated water with the discharge standards set by ALG and WHO. The results obtained show an average efficiency for the elimination of the organic load is carried out with yields, for the  $BOD_5$  (62%) and (67%) for the COD and average for the MES (47%). Regarding the elimination of bacteria, we note an average yield of 66.5% for total and faecal coliforms. The results of the analyzes on the treated water conclude that this water is possible to reuse this water in different areas, but with conditions or to improve this treatment by additional treatment.

**Keywords:** Wastewater, sewage treatment, analysis, Ghardaïa, treated, dirty.