

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique*



**Université de Ghardaïa**

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologie  
Département hydraulique et génie civil

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique urbaine

**PAR : KARA Mohammed.**  
**AMMISAID Youcef.**

**Thème**

**Étude comparative entre lagunage Naturel et aérée  
Cas la station d'épuration El-atteuf (Ghardaïa) et la station  
d'épuration kouinin (Oued souf)**

**Soutenu publiquement le 28 /09/2020**

**Devant le jury :**

<b>Mr. MECHERI B.</b>	<b>MAA</b>	<b>Université Ghardaïa</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. AMIEUR R.</b>	<b>MAA</b>	<b>Université Ghardaïa</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr. BOUTELLI M.H.</b>	<b>Doctorant</b>	<b>Université Ghardaïa</b>	<b>Encadreur</b>

**Année Universitaire : 2019/2020**

## Résumé

Dans ce travail, nous nous sommes étudier une comparaison entre deux procédés d'épuration biologique dans le contexte d'un climat aride:

- lagunage naturelle : présenté par la STEP de Ghardaia (El-atteuf)
- lagunage aérée : présenté par la STEP d'El-oued (Kouinin).

Notre étude est basée sur les performances épuratoires obtenu à travers les analyses des échantillons des eaux usées urbaines et épurées, Lors de cette étude qui s'est étalée sur une période de 12 mois, les taux d'épuration essentiellement obtenus pour les deux STEP sont : DBO5 - DCO - MES - O2 - NT - PT - T- PH. La variation de ces paramètres nous permet de déterminer l'influence des données climatologique ; hydrogéologique local sur le processus d'épuration par lagunage.

Ainsi que sur l'aspect économique .nous sommes évaluer le financement de réalisation et d'exploitation par le cout d'investissement global et le cout d'exploitation annuel.

Les deux systèmes d'épuration peuvent être utilisés comme alternative écologique. Sous la lumière des résultats précédents, on constate une fiabilité élevé du lagunage aérée et un faible cout de revient du lagunage naturelle.

Mots clés : Ghardaïa, el-oued, zones arides, étude comparative, épuration; Lagunage naturel, lagunage aéré.

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة مقارنة بين عمليتين تنقيتين بيولوجيتين في سياق مناخ جاف؛ أحواض طبيعية: متمثلة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في غرداية (العطف). أحواض مهواة: متمثلة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في الواد (كوينين). تعتمد دراستنا على أداء التنقية الذي تم الحصول عليه من خلال تحليل عينات من مياه الصرف الصحي الحضرية والنقية، وفي هذه الدراسة التي تم توزيعها على مدى 12 شهرا، كانت معدلات التنقية التي تم الحصول عليها أساسا لمحطتي معالجة: BOD5 - DCO - MES - O2 - NT - PT - T- PH يسمح لنا بتأين هذه المعلمات بتحديد تأثير البيانات المناخية؛ الهيدروجيولوجيا المحلية على عملية التنقية بالأحواض. بالإضافة إلى الجانب الاقتصادي، نقوم بتقييم تمويل البناء والتشغيل من خلال تكلفة الاستثمار الإجمالية وتكلفة التشغيل السنوية. يمكن استخدام كلا نظامي التنقية كبديل بيئي. في ضوء النتائج السابقة، نرى موثوقية عالية الأحواض المهواة وانخفاض سعر التكلفة لأحواض الطبيعية.

## Abstract

In this work, we studied a comparison between two biological purification processes in the context of an arid climate:

- Natural lagooning: presented by the STEP of Ghardaia (El-atteuf)
- Aerated lagooning: presented by the STEP of El-oued (Kouinine).

Our study is based on the purification performance obtained through the analyzes of samples of urban and purified wastewater. In this study, which was spread over a period of 12 months, the purification rates mainly obtained for the two STEPs are : BOD5 - DCO - MES - O2 - NT - PT - T- PH. The variation of these parameters allows us to determine the influence of climatological data; local hydrogeological on the purification process by lagooning.

As well as on the economic aspect, we are evaluating the financing of construction and operation by the overall investment cost and the annual operating cost.

Both purification systems can be used as an ecological alternative. In the light of the previous results, we see a high reliability of aerated lagoon and a low cost price of natural lagoon.

Keywords: Ghardaïa, el-oued, arid zones, comparative study, purification; Natural lagoon, aerated lagoon.

# Je dédie ce travail

A mes chers parents qui m'ont toujours soutenu

et encouragé à tout moment

À mes chers frères

Pour tous les membres de ma famille

A tous mes enseignants tout au long de mes études

Veillez accepter l'expression de ma profonde gratitude

pour votre soutien, encouragement et affection.

À tous mes amis et mes collègues de l'université.

MOHAMED

# Je dédie ce travail

A mes chers parents qui m'ont toujours soutenu

et encouragé à tout moment

À mes chers frères

Pour tous les membres de ma famille

A tous mes enseignants tout au long de mes études

À tous mes amis et mes collègues de l'université ;

A tout le monde.

*youcef*

## Remerciements

*Merci à notre bon Dieu, notre guide, notre force, notre bonheur, et la raison de notre existante. C'est lui qui nous a fait comprendre le but de cette vie, et qui nous a donné le pouvoir d'aimer les gens et d'apprécier les choses. Merci d'être là dans les moments les plus difficiles.*

*Nous remercions vivement notre promoteur Mr. BOUTELLI, d'avoir proposé le sujet ainsi que pour ces conseils et orientations tout au long de ce travail. Je tiens à exprimer aussi mes plus vifs remerciements à tout le personnel de l'Office national d'Assainissement (ONA) de Ghardaïa et l'Oued, et tout le personnel de Les services, Nous tenons également à remercier le chef département de la science technique et Tous nos enseignants du Département d'Hydraulique.*

*Nous tien remercier aussi le membre de gérer d'avoir accepté d'évaluer notre travail Et Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

# Table des matières

LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX .....	IX
LISTE DES ABREVIATIONS .....	X
INTRODUCTION GENERALE .....	2
CHAPITRE 1 GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES ET LEURS PROCÉDES D'ÉPURATION .....	3
PARTIE 1 : QUALITE ET QUANTITE DES EAUX USEES .....	4
1- Introduction.....	4
2- Définition des eaux usées .....	4
3- Les différents types d'eaux usées.....	4
4- Type des réseaux .....	5
5- Caractérisation des eaux usées .....	6
6- La pollution.....	10
7- Les normes Algériennes .....	12
PARTIE 2 : TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES .....	13
1- Les étapes de traitement.....	13
2- Conclusion .....	21
CHAPITRE 02 SYNTHÈSE SUR LAGUNAGE NATUREL ET AÉRÉE .....	22
PARTIE 1 : APPROCHE SCIENTIFIQUE ET MECANISME DE FONCTIONNEMENT DE DEUX PROCÉDES.....	23
1- INTRODUCTION .....	23
2- LAGUNAGE NATURELLE .....	24
3- LAGUNAGE AÉRÉE .....	29
4- PARAMETRES ESSENTIELS POUR LE CHOIX D'UNE TECHNOLOGIE .....	30
5- LES MÉCANISMES DE L'ÉPURATION .....	31
6- Les facteurs intervenants dans l'épuration par lagunage.....	31
7- Conception des lagunes.....	32
8- CONCLUSION.....	33
CHAPITRE 3 ASPECT GÉNÉRAL SUR LA ZONE D'ÉTUDE .....	34
PARTIE 1 : PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE GHARDAÏA.....	35
1- Situation géographique .....	35
2- Paramètres Climatologiques.....	36
3- Étude Hydrologique.....	40
PARTIE 2 : PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION D'EL-ATTEUF .....	42
1- Situation géographique .....	42
2- Présentation de la STEP .....	42
3- Dimensionnement de la STEP de Gharđaia.....	43
4- Les différentes étapes de traitement des eaux usées .....	44
5- Le réseau d'assainissement .....	48
PARTIE 3 : PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE L'OUED.....	49
1- Situation géographique .....	49
2- Paramètres Climatologiques.....	49
PARTIE 4 : PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION EL-OUED .....	56
1- Situation géographique de la station d'épuration .....	56
2- DESCRIPTION DE STEP 01.....	57
3- Le réseau d'assainissement .....	60
CHAPITRE 04 MATÉRIEL ET MÉTHODE .....	61
1- Introduction .....	62
2- Objectif principale .....	62
3- Prélèvement et échantillonnage.....	62
4- Paramètres étudiés .....	62
5- Lieu de prélèvement les échantillons.....	63

6-	Détermination des PH .....	63
7-	Détermination de la conductivité électrique .....	63
8-	Détermination de l'oxygène dissous .....	64
9-	Détermination des matières en suspension (MES) .....	65
10-	Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5):.....	67
11-	Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) .....	68
12-	Détermination de l'azote total NT.....	69
13-	Détermination du phosphate total PT .....	69
	Conclusion .....	70
	CHAPITRE 05 ETUDE COMPARATIF DU DEUX PROCÉDES.....	72
	Introduction.....	72
	PARTIE 1 : COMPARAISON DU RESULTAT PHYSICO-CHIMIQUE.....	72
1-	Le Taux D'utilisation .....	72
2-	Demande Biologique en Oxygène (DBO5) .....	73
3-	Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	75
4-	Matière en suspension (MES) .....	77
5-	Oxygène dissous (O <sub>2</sub> dissous).....	79
6-	CONDUCTIVITE ÉLECTRIQUE .....	81
7-	Température .....	83
8-	Potentiel hydrogène (PH) .....	84
9-	Azote totale (NT) .....	85
10-	Phosphore totale (PT).....	87
	PARTIE 02 : ETUDE ECONOMIQUE .....	89
1-	Le cout d'investissement .....	89
2-	Cout d'exploitation.....	90
	Conclusion .....	91
	CONCLUSION GÉNÉRALE .....	92
	ANNEXE .....	96
	BIBLIOGRAPHIE.....	103

## Liste des figures

Figure 1 Schéma dégrilleur en amont .....	14
Figure 2 Dessableur .....	14
Figure 3 schéma descriptif du déshuileur .....	15
Figure 4 déshuileur .....	15
Figure 5 Décanteur flocculateur avec entraînement périphérique du pont.....	16
Figure 6 lagunes.....	17
Figure 7 les bassins de lagunage aéré.....	17
Figure 8 infiltration-percolation étanchée et drainée .....	18
Figure 9 Configuration du procédé de traitement par boues activées .....	19
Figure 10 synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique.....	20
Figure 11 Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel (d'après Agences de l'Eau, CTGREF).....	25
Figure 12 Schéma d'une lagune à microphyte.....	26
Figure 13 Schéma d'une lagune à macrophyte.....	26
Figure 14 Schéma d'une lagune mixte .....	27
Figure 15 Le principe d'un lagunage aéré .....	29
Figure 16 situation géographique de la wilaya de Ghardaïa .....	35
Figure 17 histogramme des précipitations sur une période d'observations (1998/2007) .....	36
Figure 18 histogramme montre les Températures moyennes mensuelles sur une période d'observation (1998/2007).....	37
Figure 19 histogramme Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observations (1998/2007) .....	38
Figure 20 Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (1998/2007) .....	39
Figure 21 Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen.....	39
Figure 22 histogramme d'Evaporations sur une période d'observation (1998/2007) .....	40
Figure 23 Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF .....	42
Figure 24 : collecteurs d'amenée des eaux usées.....	44
Figure 25: dégrilleur & dessableur.....	45
Figure 26 répartiteurs principaux vers les bassins primaires et secondaires. ....	46
Figure 27 : lagunes primaires et secondaires. ....	47
Figure 28 : lits de séchage .....	47
Figure 29 : rejet final vers oued M'Zab.....	48
Figure 30 : Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) (1985/2014). ....	50
Figure 31 : Variation mensuelle interannuelle des températures en (°C) (1985/2014). ....	50
Figure 32 Distribution mensuelle interannuelle d'humidité (1985/2009) .....	51
Figure 33: Variation mensuelle interannuelle de vitesse des vents en (m/s) (1985/2009).....	52
Figure 34 : Durée moyenne mensuelle interannuelle d'insolation en (h) (1985/2009). ....	52
Figure 35 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle en (mm) (1985/2009).....	53
Figure 36 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (UNESCO, 1972) .....	55
Figure 37 : Localisation géographique de la STEP kouinine.....	56
Figure 38 : schéma d'épuration des eaux usées STEP 01 Kouinine .....	57
Figure 39 Dégrillage .....	58
Figure 40 Dessablage .....	58
Figure 41 : pH mètre (pH 510) (ONA, 2015). ....	63
Figure 42: Conductimètre (Terminal 740) (ONA, 2015). ....	64

Figure 43: Oxy-mètre (INOLABO-OXI 730 WTW) (ONA, 2015). .....	64
Figure 44: Etuve chauffée (ONA, 2015). Figure 45: Dessiccateur (ONA, 2015). .....	65
Figure 46: Ensemble de filtration (ONA, 2015). Figure 47 : Balance électrique (TP-303)(ONA, 2015).....	66
Figure 48: Réfrigérateur conservant (ONA, 2015). .....	67
Figure 49 : Spectrophotomètre (ONA, 2015).....	68
Figure 50: Thermo réacteur (CR 2200) (ONA, 2015).....	69
Figure 51 Taux D'utilisation Des Capacités installées à L'oued. ....	72
Figure 52 Taux D'utilisation Des Capacités installées à Ghardaïa.....	72
Figure 53 courbe de variation DBO5 STEP Ghardaïa.....	73
Figure 54 courbe de variation DBO5 STEP L'oued. ....	73
Figure 55 histogramme des rendement DBO5 des deux stations. ....	74
Figure 56: courbe de variation DCO STEP Ghardaïa.....	75
Figure 57 : courbe de variation DCO STEP L'oued.....	75
Figure 58 : histogramme des rendement DCO des deux stations.....	76
Figure 59 : courbe de variation MES STEP Ghardaïa.....	77
Figure 60 : courbe de variation MES STEP L'oued.....	77
Figure 61 : histogramme des rendements MES des deux stations. ....	78
Figure 62 : courbe de variation O2 DISSOUS STEP Ghardaïa.....	79
Figure 63 : courbe de variation O2 DISSOUS STEP L'oued.....	79
Figure 64 : histogramme des rendements O2 DISSOUS des deux stations. ....	80
Figure 65 : courbe de variation CONDUCTIVITE STEP Ghardaïa. ....	81
Figure 66 : courbe de variation CONDUCTIVITE STEP L'oued. ....	81
Figure 67 : histogramme des rendements CONDUCTIVITE des deux stations.....	82
Figure 68 : courbe de variation température STEP Ghardaïa.....	83
Figure 69 : courbe de variation température STEP L'oued.....	83
Figure 70 : courbe de variation PH STEP Ghardaïa. ....	84
Figure 71 : courbe de variation PH STEP L'oued. ....	85
Figure 72 : courbe de variation NT STEP Ghardaïa. ....	86
Figure 73: courbe de variation NT STEP L'oued. ....	86
Figure 74 : histogramme comparatif des rendements NT entre les deux stations.....	86
Figure 75 : courbe de variation PT STEP Ghardaïa.....	88
Figure 76: courbe de variation PT STEP L'oued. ....	88
Figure 77 : histogramme comparatif des rendements PT entre les deux stations. ....	88

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Normes physico-chimiques de rejets algériens.....	12
Tableau 2 : avantages et inconvénient des filières intensives .....	20
Tableau 3 Précipitations sur une période d'observations (1998/2007) .....	36
Tableau 4 Températures moyennes mensuelles sur une période d'observation (1998/2007).....	37
Tableau 5 Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observations (1998/2007).....	37
Tableau 6 Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (1998/2007) .....	38
Tableau 7 Evaporations sur une période d'observation (1998/2007) .....	40
Tableau 8 les données de bases de la STEP (STEP Ghardaïa, 2013) .....	43
Tableau 9 : Précipitations moyenne mensuelles de l'ONM d'El Oued (1985/2014).....	49
Tableau 10 : température moyennes mensuelle a la station ONM d'El oued en (c°) (1985/2014).....	50
Tableau 11 : Humidité moyenne mensuelle en (%) de l'ONM (1985/2009).....	51
Tableau 12 Vitesses moyennes des vents mensuels en (m/s) de l'ONM (1985/2009).....	51
Tableau 13 : Insolation moyenne mensuelle en (h) de l'ONM (1985/2009) .....	52
Tableau 14 : l'évaporation moyenne mensuelle en (mm) de l'ONM (1985/2009) .....	53
Tableau 15 résultat DBO5 STEP Ghardaïa. ....	73
Tableau 16 résultat DBO5 STEP L'oued. ....	73
Tableau 17 résultat DCO STEP Ghardaïa. ....	75
Tableau 18 résultat DCO STEP L'oued. ....	75
Tableau 19 : résultat MES STEP Ghardaïa. ....	77
Tableau 20 : résultat MES STEP L'oued. ....	77
Tableau 21 : résultat O2 DISSOUS STEP Ghardaïa. ....	79
Tableau 22 : résultat O2 DISSOUS STEP L'oued. ....	79
Tableau 23 : résultat CONDUCTIVITE STEP Ghardaïa.....	81
Tableau 24 : résultat CONDUCTIVITE STEP L'oued.....	81
Tableau 25 : résultat température STEP Ghardaïa. ....	83
Tableau 26 : résultat température STEP L'oued. ....	83
Tableau 27 : résultat PH STEP Ghardaïa.....	84
Tableau 28 : résultat PH STEP L'oued.....	84
Tableau 29 : résultat NT STEP Ghardaïa.....	85
Tableau 30 : résultat NT STEP L'oued.....	85
Tableau 31 : résultat PT STEP Ghardaïa.....	87
Tableau 32 : résultat PT STEP L'oued. ....	87
Tableau 33 : Les cout d'investissement détaillé STEP OUED.....	89
Tableau 34: Les cout d'investissement détaillé STEP Ghardaïa.....	89
Tableau 35 le cout d'exploitation STEP OUED .....	90
Tableau 36 énergie consomme en KW STEP OUED (ONA2018 ) .....	90

## Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

AEP : Alimentation en Eaux Potable

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

ONA : Office National de l'Assainissement

ONM : Office national de la météorologie

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

FAO : Food and Agriculture Organization

STEP : Station d'épuration

DBO5 : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique oxygène

O<sub>2</sub> : Gaz d'oxygène

MES : Matière en suspension

T° : Température

PH : Potentiel hydrogène

NT : Azote totale

NTK : Azote totale kjeldahl

PT : Phosphore totale

CE : Conductive électrique

SKTM : Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida

CT : Complexe Terminal

CI : Continental Intercalaire

**INTRODUCTION**

**GÉNÉRALE**

### **Introduction générale**

L'eau est un élément primordial dans la vie humaine. Elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégé par les autorités et les individuelles.

Les ressources en eau en Algérie sont limitées et vulnérables et mal réparties en raison du climat saharien qui caractérise la majorité du territoire.

Des nombreuses villes des pays en voie de développement connaissent une croissance démographique exponentielle ; leur besoin en nourriture et en eau croît continuellement. Ce qui engendre des problèmes multiples et complexes.

En effet avec cette croissance ; les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées ; qui sont rejetées, le plus souvent sans traitement et directement dans le milieu naturel ; qui menacent à une pollution brutale de la nature et surtout les eaux souterraines.

Le traitement des eaux usées est devenu impératif, la dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes fait appel à des traitements physiques, physico-chimiques et **biologique**.

Le système de traitement des eaux par lagunage est une alternative adéquate ; elle fonctionne comme un assimilateur biologique en retirant des composés biodégradables ainsi que les micro-organismes pathogènes.

Dans les milieux désertiques qui sont caractérisés par le climat chaud aride et semi-arides et la disponibilité des terrains fonciers ; le lagunage reste comme étant la solution la plus adaptée dans l'épuration des eaux usées.

Le lagunage se divise en deux types naturels et aéré

Notre travail consiste à étudier une comparaison de fiabilité technique et économique entre le lagunage naturel cas de la wilaya de Ghardaïa (STEP Kehf daukhen) et le lagunage aéré cas de la wilaya de l'oued (STEP kouinin).

Dans cette étude nous nous sommes appuyés sur la même région climatique de Ghardaïa et Ouargla, sauf que les résultats des analyses de laboratoire de la station de filtrage de Ouargla n'étaient pas disponibles, et en raison des conditions actuelles, la station d'Oued Souf a été choisie pour l'année 2018, car les analyses pour l'année 2019 n'étaient pas disponibles en raison de la présence de dommages au niveau de pré-traitement. A propos de Ghardaïa, l'année 2019 a été choisie car la station fonctionnait correctement.

A partir de l'examen des résultats des analyses des eaux usées et l'évaluation des coûts d'investissements et d'exploitations de chaque région. Nous essayons de répondre à la question suivante :

- Quelle est la procédure d'épuration la plus fiable dans le milieu aride ?

Notre travail est composé de :

Une première partie bibliographique qui regroupe le nécessaire des connaissances théoriques. Elle est subdivisée en deux chapitres :

- Le premier : généralités sur les eaux usées et leurs procédés d'épuration.
- Le deuxième : Synthèse sur le lagunage naturel et aéré.

## **INTRODUCTION GENERALE**

---

Une deuxième partie expérimentale qui subdivise en deux chapitres :

- Le premier : s'intéresse à la présentation de la région et site de chaque région
- Le second : s'intéresse sur la comparative technico-économiques.

Et en finaliser notre travaille avec des recommandations.

# **CHAPITRE 1**

# **GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES ET LEURS PROCEDES D'ÉPURATION**

## **PARTIE 1 : QUALITE ET QUANTITE DES EAUX USEES**

### **1- Introduction**

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible. L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore....etc.) Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites [1].

### **2- Définition des eaux usées**

Les eaux usées, aussi appelées « effluents liquides » sont des « eaux polluées », constituées de toutes les eaux de nature à contaminer, par des polluants physiques, chimiques ou biologiques, les milieux dans lesquels elles sont déversées.

### **3- Les différents types d'eaux usées**

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue quatre catégories d'eaux usées :

#### ***3-1- Eaux usées domestiques :***

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. 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' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [1].

#### ***3-2- Eaux usées industrielles***

Elles sont très différentes des eaux usées domestique. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent

également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques ou des hydrocarbures [15].

### ***3-3- Les eaux pluviales***

Ce sont 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 des sols et des surfaces imperméabilisées Les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts [7].

### ***3-4- Eaux usées urbaines***

Elles comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage).

### ***3-5- Eaux usées d'agricole***

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais.
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides.
- Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes [8].

## **4- Type des réseaux**

### ***4-1- Le système unitaire***

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau généralement mener de déversoirs d'orages permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

### ***4-2- Le système séparatif***

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et sous certaines réserves de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques (eaux pluviales) est assurée par un autre réseau.

### *4-3- Le Système mixte*

On appelle communément système mixte, un réseau constitué suivant les zones en partie d'un système unitaire et d'un système séparatif.

## **5- Caractérisation des eaux usées**

### *5-1- Paramètres physiques*

#### *5-1-1- PH*

La mesure du PH des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un PH optimal variant de 6,5 à 7,5. Des valeurs de PH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes [6]

#### *5-1-2- Conductivité*

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. C<sub>EE</sub> est due à la présence dans le milieu d'ions mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature des ions dissous et de leurs concentrations . L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) [7].

#### *5-1-3- Salinité*

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. Il ne faut pas confondre la salinité avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et magnésium. Ces derniers officiellement mesurés à partir de la conductivité électrique. La salinité n'est plus présentée comme un rapport de masse [11]

#### *5-1-4- Oxygène dissous*

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune ; et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg O<sub>2</sub>/L- [7].

#### *5-1-5- Température*

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous

donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du PH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ...etc. [6].

### ***5-1-6- Matières en suspensions MES***

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 $\mu$ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyennes d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100  $\mu$ m) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constituent la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10-2  $\mu$ m). [7]

### ***5-1-7- Les matières volatiles sèches (MVS)***

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70-80 % des matières en suspension

## ***5-2- Paramètres chimiques***

### ***5-2-1- Demande Chimique en Oxygène (DCO)***

La demande chimique en oxygène est une oxydation à chaud par un oxydant puissant. Elle indique la quantité totale d'oxygène qui sera consommée par l'échantillon dans les conditions opératoires de l'analyse. [9]

### ***5-2-2- Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)***

La demande biochimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique (végétale, animale, etc.), de même que la matière inorganique (sulfures, sels ferreux, etc.) dans un échantillon aqueux. C'est un paramètre très utilisé dans le contrôle de la pollution organique provenant des effluents industriels et urbains. [9]

### ***5-2-3- Relation entre DCO et DBO5***

La biodégradabilité d'un effluent aqueux traduit son aptitude à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient :  $K = DCO/DBO5$  ; Si:

$K < 1.5$  l'effluent est biodégradable.

$K < 2.5$  l'effluent est moyennement biodégradable.

$K > 2.5$  l'effluent n'est pas biodégradable [17].

### ***5-2-4- L'azote***

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. [6].

### ***5-2-5- Nitrates***

Nitrates Les nitrates représentent la forme la plus stable des deux formes de l'azote, mais sous l'action microbienne, ils peuvent être réduits en nitrite, qui est la forme la plus toxique.[7] Dans l'eau, ces substances peuvent provenir de la décomposition de matières végétales ou animales, d'eaux usées domestiques et industrielles, des précipitations ou de formations géologiques renfermant des composés azotés solubles.[7]

### ***5-2-6- Nitrites***

Les nitrites sont considérés comme des polluants très nuisibles à la santé de l'homme et aux animaux (le taux de  $\text{NO}_2$  devient nocif quand il dépasse 0,5 mg/L). Ce taux doit être contrôlé régulièrement. Un taux important survient en générale lorsque l'eau est surchargée en matière organique, et que les bactéries ne sont pas suffisantes pour les transformer en nitrates.[7]

### ***5-2-7- L'Azote Total Kjeldahl (NTK)***

Est une appellation qui désigne la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique. L'azote qui se retrouve sous forme oxydée tels que les nitrites ou les nitrates par exemple, n'est pas mesuré par cette méthode. Les composés azotés mesurés par cette méthode proviennent principalement de la dégradation bactérienne des composés organiques provenant de l'azote. L'azote organique dissous peut être caractérisé par des composés particuliers (urée, par exemple), des familles de composés (amines, acides aminés, protéines ...). Mais également par sa résistance à la dégradation bactérienne, c'est-à-dire qu'il peut être biodégradable ou réfractaire [7].

### ***5-2-8- Phosphore :***

Le phosphore se trouve dans les eaux résiduaires en plusieurs formes différentes du phosphore dissous :

- Les ortho phosphates ;
- Les polyphosphates (après hydrolyse acide) ;

- Les organophosphates (après hydrolyse acide avec oxydation). L'ensemble de phosphore sous toutes ses formes était souvent appelé le phosphore total peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie [10]

### ***5-3- Paramètre organoleptique***

#### ***5-3-1- La couleur et l'odeur :***

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdes et par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques.

#### ***5-3-2- La turbidité***

La turbidité tient compte de la présence plus ou moins importante des matières en suspension d'origine minérale ou organique. [15]

### ***5-4- Paramètres biologiques***

#### ***5-4-1- Éléments microbiologiques***

Les eaux usées contiennent tous les microbiologiques 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.

#### ***5-4-2- Les bactéries***

Les bactéries sont les microorganismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées. Les eaux usées urbaines contiennent environ  $10^6$  et  $10^7$  bactéries/100 ml dont la plupart sont des *Proteus* et des entérobactéries,  $10^3$  et  $10^4$  streptocoques et de  $10^2$  à  $10^3$  de *clostridium*. la concentration en bactéries pathogènes est très variable et peut atteindre  $10^4$  germes par litre. Parmi pathogènes les plus détectées, les salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Les coliformes thermos tolérants sont des germes témoins de contamination fécale communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau [18].

#### ***5-4-3- Les virus***

Les virus sont des agents pathogènes extrêmement petits, visibles seulement au microscope électronique et qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante.

Système sub-biologique pour les uns, organismes vivants pour d'autres, les virus ne sont en tout cas pas des cellules, mais seulement des messages génétiques, un virus isolé est incapable de métabolisme ou de multiplication, il ne peut que se répliquer aux dépens d'une cellule vivante infectée. [10]

### ***5-4-4- Les protozoaires***

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte.

Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire. Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires [11].

### ***5-4-5- Les helminthes***

Les helminthes sont des vers multicellulaires plats (plathelminthes) ou ronds (némathelminthes). Ce sont majoritairement des organismes parasites.

Ce sont, pour la plupart, des vers intestinaux, rejetés avec les matières fécales, sous forme d'œufs très résistants. La souvent contamination se fait par ingestion ou par voie transcutanée (par fixation puis pénétration des larves à travers la peau). Et peuvent notamment survivre plusieurs semaines, voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. la concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10<sup>3</sup> œufs [14].

## **6- La pollution**

### ***6-1- Définition***

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons [17].

### ***6-2- La Pollution physique***

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets, en suspension, capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries [18]

### ***6-3- La pollution thermique***

Ce sont les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...). L'élévation de température qu'elles induisent diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution.

### ***6-4- La pollution radioactive***

La pollution des eaux par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, elle a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements. [18]

### ***6-5- La Pollution chimique***

Les produits chimiques qui polluent l'eau sont issus des engrais et des produits phytosanitaires qu'on utilise, comme les insecticides ou pesticides.

Ces produits peuvent être charriés par les eaux de ruissellement et polluer les nappes phréatiques. Les engrais chimiques sont transportés dans les lacs ou les rivières par les eaux de pluie et entraînent ainsi la dégradation de l'eau.

Le domaine de l'industrie est lui aussi très nocif pour l'eau, soit à cause des déchets industriels charriés par les eaux de ruissellement ou déversés directement dans les rivières ou dans la mer. L'eau peut également être polluée par les métaux, les plus dangereux étant ceux employés dans les industries. [14]

### ***6-6- La pollution minérale***

Elle est constituée essentiellement Les cyanures des métaux lourds en provenance des industries métallurgique.

### ***6-7- La pollution organique***

Elle constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut considérer comme résultats de diverses activités (urbain, industriels, artisanales et rurales). On distingue, pour les eaux usées urbaines, les matières organique banale "protides, glucides, lipides", Les détergents, les huiles et goudron [3].

### *6-8- La pollution agricole*

Déchets liquides et solides provenant de l'agriculture, notamment ruissellement et lessivage de pesticides et d'engrais, érosion et poussières dues au labourage, engrais organiques, carcasses, résidus de culture et débris [4].

### *6-9- La pollution microbiologique*

Se manifeste lors de l'existence de certains types de micro-organisme capables de se proliférer dans l'eau. Un grand nombre de micro-organisme peut proliférer dans l'eau, qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces micro-organismes. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont :

- Les bactéries ;
- les virus ;
- les parasites ;
- les champignons [14]

## **7- Les normes Algérienne**

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel [20].

Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ;

*Tableau 1 : Normes physico-chimiques de rejets Algériens*

Paramètre	Normes
Température T	30°C
PH	6,5-8,5
DBO5	≥30 mg/l
DCO	≥90 mg/l
MES	≥30 mg/l
Azote total	≥50 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	≥20 mg/l

NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	≥1 mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	2mg/l
O <sub>2</sub>	5mg/l

## PARTIE 2 : TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

### 1- Les étapes de traitement

#### 1-1- Le prétraitement

Tout traitement de dépollution doit comporter ce qu'il est convenu d'appeler un «prétraitement » qui consiste en un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage [13]

##### 1-1-1- Le dégrillage

L'eau brute passe à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 6 à 100 mm La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s [13].

Le dégrillage a pour objectif :

L'élimination des déchets volumineux.

La protection de la station de traitement [10]

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets :

Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement ;

Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.[9]

Figure 1 Schéma dégrilleur en amont [9]

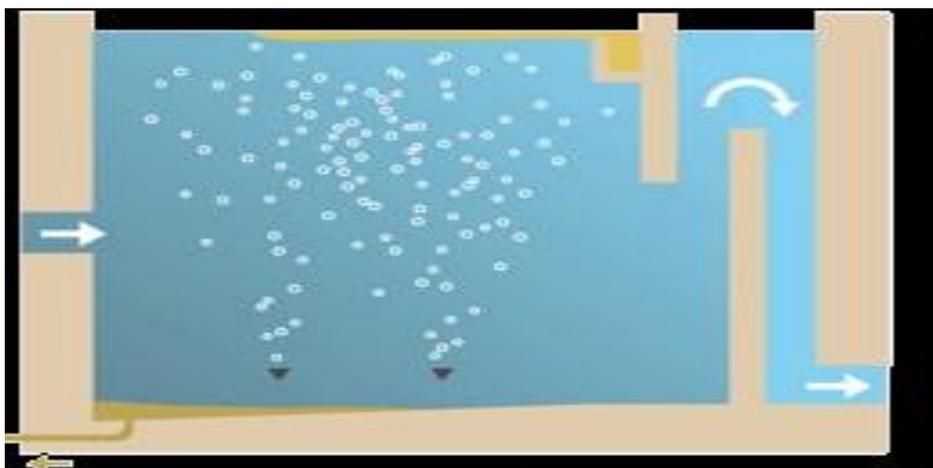


### 1-1-2- Dessablage

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 mm. La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables. [13]

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) [16]

Figure 2 Dessableur [9]

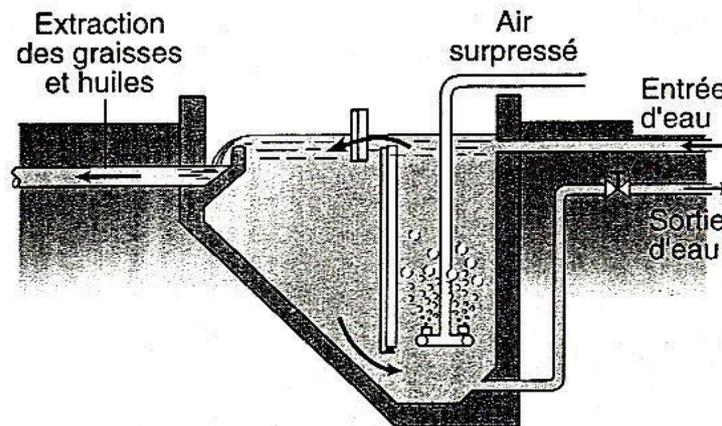


### 1-1-3- Le dégraissage-déshuilage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit

suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient ensuite [12]

*Figure 3 schéma descriptif du déshuileur*



*Figure 4 déshuileur*



### *1-2- Le traitement primaire (traitement physico-chimique)*

#### *1-2-1- La décantation*

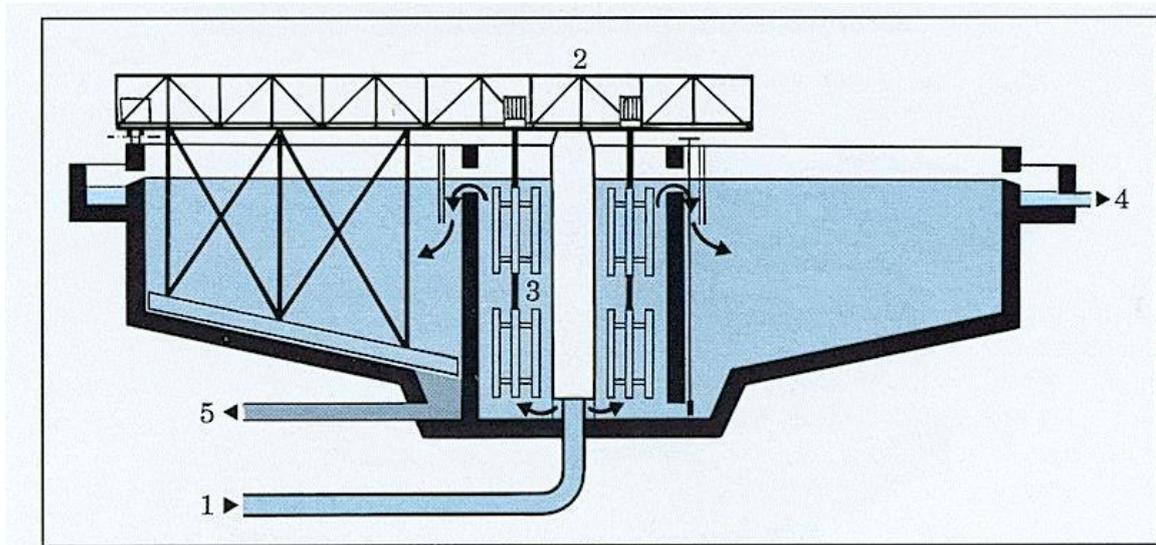
La décantation se distingue du dessablage en ce sens qu'elle enlève plus de la moitié des matières en suspension, alors que le dessablage ne vise que l'élimination du sable et des autres matières minérales (plus lourdes que les matières organiques [13]

La décantation, processus essentiel du traitement primaire, a pour but :

- De retenir une fraction importante de la pollution organique ;
- D'alléger la charge du traitement biologique ultérieure ;
- De réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologiques par culture fixée (lits bactériens, disques biologiques, etc).

D'éliminer 30 à 35% de la DBO5 et 60% à 90% des matières décantables (pour une eau usée domestique [17])

*Figure 5* Décanteur flocculateur avec entraînement périphérique du pont



- 1 - Arrivée d'eau brute
- 2 - Pont racleur.
- 3 - Zone de flocculation.
- 4 - Sortie d'eau décantée.
- 5 - Évacuation des boues.

### ***1-2-2- Coagulation-floculation***

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées [17]

### ***1-3- Traitement secondaire (traitement biologique)***

Ce type d'épuration consiste essentiellement par la présence des micro-organismes qui consiste à la décomposition de la matière organique et la dégradation de la charge polluante des eaux usées.

### *1-4- Les différents procédés d'épuration biologiques.*

#### *1-4-1- Les procédés biologiques extensifs :*

Ils reposent sur les phénomènes de l'auto-épuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc.

#### *1-4-2- Lagunage naturelle*

Le lagunage naturel repose sur une culture bactérienne principalement de type aérobie. Celle-ci est ensuite séparée par un mécanisme de sédimentation. L'épuration est assurée par un long temps de séjour dans plusieurs bassins en série.[3]

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur. Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques. Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène [12]

*Figure 6 lagunes*



#### *1-4-3- Lagunage aérée*

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène. Dans l'étage d'aération, les eaux usées sont dégradées par des micro-organismes qui consomment et assimilent les nutriments. Le principe de base est le même que celui des boues activées avec une densité de bactéries faible et l'absence de recirculation [3]

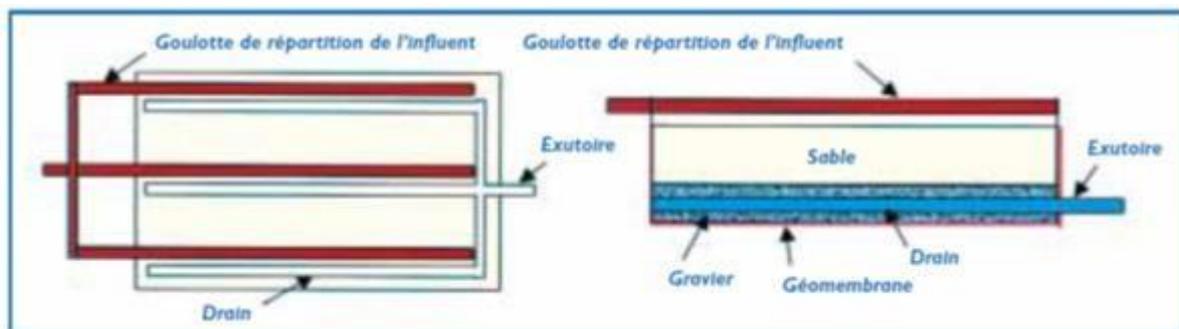
*Figure 7 les bassins de lagunage aéré*



### 1-4-4- L'infiltration-percolation sur sable

L'infiltration-percolation d'eaux usées est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible.[22]

Figure 8 infiltration-percolation étanchée et drainée [22]



### 1-4-5- Le lagunage anaérobie

### 1-4-6- Les procédés biologiques intensifs

Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel trois grands types de procédés sont utilisés : - les boues actives ; les disques biologiques et lits bactériens. [14]

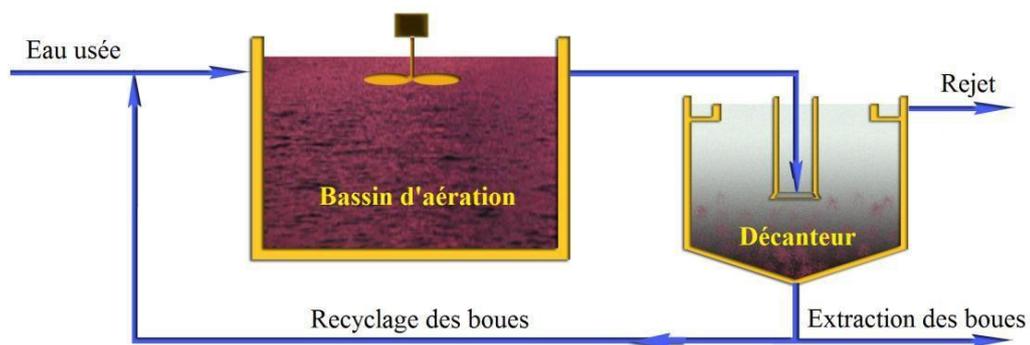
### *1-4-7- Boues activées*

Le traitement biologique par boues activées permet d'éliminer une grande partie de la matière organique des eaux résiduaires.

Ce traitement est généralement mis en œuvre dans un bassin à boues activées qui est un réacteur biologique, alimenté en continu et aéré. L'aération peut être assurée en surface par des turbines, ou dans le fond par des procédés de rampe de distribution de bulles d'air alimentées par un suppresseur ou par un compresseur d'air.

Dans le bassin, une culture bactérienne est maintenue au contact de la pollution sous la forme de floccs en suspension. Cette culture bactérienne, aussi appelée boue activée ou biomasse, est ensuite séparée gravitairement du liquide épuré dans un décanteur. La majeure partie des boues épaissies est alors recyclée dans le bioréacteur pour y être mélangée avec l'eau usée incidente, et seule une faible partie est éliminée du système.[21]

*Figure 9 Configuration du procédé de traitement par boues activées [21]*



### *1-4-8- Les lits bactériens*

L'utilisation des lits bactériens en traitement des eaux usées est très ancienne, les premiers systèmes étant apparus en Grande-Bretagne il y a plus d'un siècle [23]

Les lits bactériens, appelés aussi lits ou filtres à ruissellement ont été utilisés pour le traitement biologique des eaux usées depuis près de 100 ans.

Son principe de fonctionnement est de faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement sur une masse de matériau (naturel ou plastique) servant de support aux micro-organismes. Les micro-organismes qui est fixé sur le support éliminent les matières organiques par absorption des constituant solubles et en suspension.

Les lits bactériens sont des réacteurs biologiques à cultures fixées, non immergées,

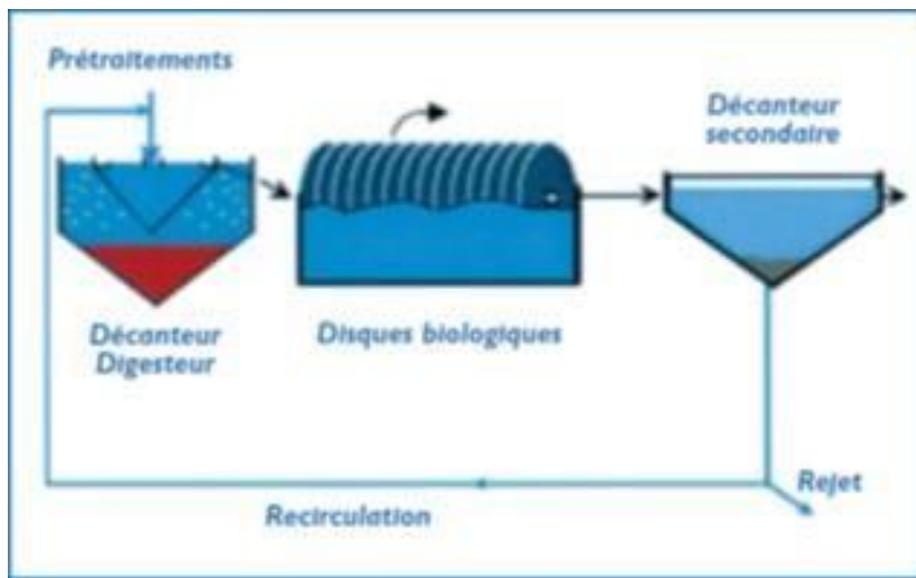
Utilisant un matériau de contact traditionnel (pouzzolane, cailloux) [10]

*1-4-9- Disque biologique*

Les disques biologiques ou biodisques sont une filière de traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation lequel assure à la fois le mélange et l'aération. Lors de la phase immergée, la biomasse absorbe la matière organique qu'elle dégrade par fermentation aérobie grâce à l'oxygène atmosphérique

Dès qu'il dépasse une épaisseur de quelques millimètres, le biofilm (les boues) en excédent se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée.[19]

*Figure 10 synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique [22]*



*Tableau 2 : avantages et inconvénient des filière intensives [22]*

Filière	Avantages	Inconvénients
Lit bactérien Et disque Biologique	<ul style="list-style-type: none"><li>*faible consommation d'énergie ;</li><li>*fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ;</li><li>*bonne décantabilité des boues ;</li><li>*plus faible sensibilité aux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>*performance généralement plus faible qu'un technique par boue activée.</li><li>*couts d'investissement assez élevés ( peuvent être supérieure d'environ 20% par rapport a une boue activée</li><li>*nécessité de prétraitements efficaces</li><li>*sensibilité au colmatage</li></ul>

## CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES EAUX USEES ET LEURS PROCEDES D'EPURATION

	variations de charges et aux toxiques que les boues activée  *généralement adapté pour les petit collectivité	*ouvrages des tailles importante si des objectifs d'élimination de l'azote imposée
Boue activée	*adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites)  *bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution  *adaptées pour la protection de milieux récepteur sensibles  *boue légèrement stabilisées	*couts d'investissement assez importants  *consommation énergétique importante  *nécessite des personnels qualifiés et d'une surveillance  *sensibilité aux surcharges hydrauliques ;  *décantabilité des boues par toujours aisée a maitriser  *forte production des boues qu'il faut concentrer

### *1-5- Le traitement tertiaire*

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaires, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire de milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate.

Ces procédés ont notamment pour but :

- \* L'élimination de l'azote et du phosphore.
- \* La désinfection [16]

### **2- Conclusion**

La connaissance parfaite de l'origine des eaux usées et leurs paramètres physico-chimique jeu une grande importance sur le choix de la procédure d'épuration adéquate et le matériel nécessaire ; afin d'obtenir une qualité des eaux correspond aux normes de rejet.

# **CHAPITRE 02**

## **SYNTHESE SUR LAGUNAGE NATUREL ET AÉRÉE**

## PARTIE 1 : APPROCHE SCIENTIFIQUE ET MECANISME DE FONCTIONNEMENT DE DEUX PROCEDES

### 1- INTRODUCTION

Historiquement, c'est au début de ce siècle en Amérique du Nord que le lagunage a réellement été considéré comme une technique d'épuration, il a fallu attendre la fin de la deuxième guerre mondiale pour que des recherches sérieuses soient conduites à ce sujet.

Le lagunage est un a été introduit en Afrique de l'Ouest et du Centre avec l'aide des Agences françaises et suisses de coopération et d'aide au développement. Plusieurs pays tels que le Burkina Faso, le Cameroun, la Côte d'Ivoire et le Sénégal ont eu l'occasion de le tester. Les domaines d'application du lagunage sont le traitement des effluents de types domestiques et agroalimentaires L'enquête réalisée en 1992 par le CIEH sur les systèmes d'assainissement dans les 14 pays francophones de l'Afrique de l'Ouest et du Centre montre que beaucoup d'investissements ont été consentis pour la construction de stations d'épuration de type intensif (boues activées). Celles-ci représentent en nombre 75 % des 155 stations contre 10 % de stations de lagunage parmi lesquelles le lagunage à macrophytes est très faiblement représenté. Sur cet effectif de 155 ouvrages d'épuration recensés dans l'ensemble des 14 pays, 70 % sont construits en Côte d'Ivoire, 14 % au Cameroun et 6.5 % au Sénégal. Cette étude montre que 36 % des Etats ne disposaient d'aucune station d'épuration et que la plupart des autres pays ne possédaient que 2 ou 3 ouvrages d'assainissement collectif. Parmi ces 155 stations recensées, seulement 10 % étaient encore en état de marche, rejetant des effluents de qualité médiocre, le plus souvent utilisés pour l'irrigation en maraîchage. [37]

Il a été recensé en Algérie un total de 134 villes avec une population résidente totale de 6,13 millions d'habitants. Ce total inclut les grandes agglomérations urbaines d'Alger, Anaba, Bejaia, Mostaganem, Oran et Skikda.

S'agissant des installations de traitement des eaux usées, 63 villes/agglomérations sont desservies par 48 stations d'épuration. Le traitement fourni est principalement un traitement secondaire (56% des stations d'épuration des eaux usées en service) et un traitement préliminaire (37,5%). Cependant, en Algérie de nombreux projets ont été lancés puisque quatorze nouvelles stations d'épuration sont entrées en phase de conception et trois nouvelles stations sont en cours de construction, alors que quatre stations qui existent déjà sont modernisées. [38]

## 2- LAGUNAGE NATURELLE

### 2-1- Définition

Le lagunage naturel est une technique de traitement biologique extensive des eaux usées domestiques dans des bassins à l'air libre "lagunes". Les eaux épurées par cette technique peuvent être rejetées sans contaminer le milieu récepteur.

### 2-2- Principe de fonctionnement

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels, ou étangs formés de digues, imperméabilisés, dans lesquels les eaux usées sont déversées et passent successivement et naturellement d'un bassin à l'autre, par gravitation, pendant un long temps de séjour.

Différents assemblages de ces bassins sont possibles en fonction de divers paramètres, tels que les conditions locales, les exigences sur la qualité de l'effluent final et le débit à traiter.

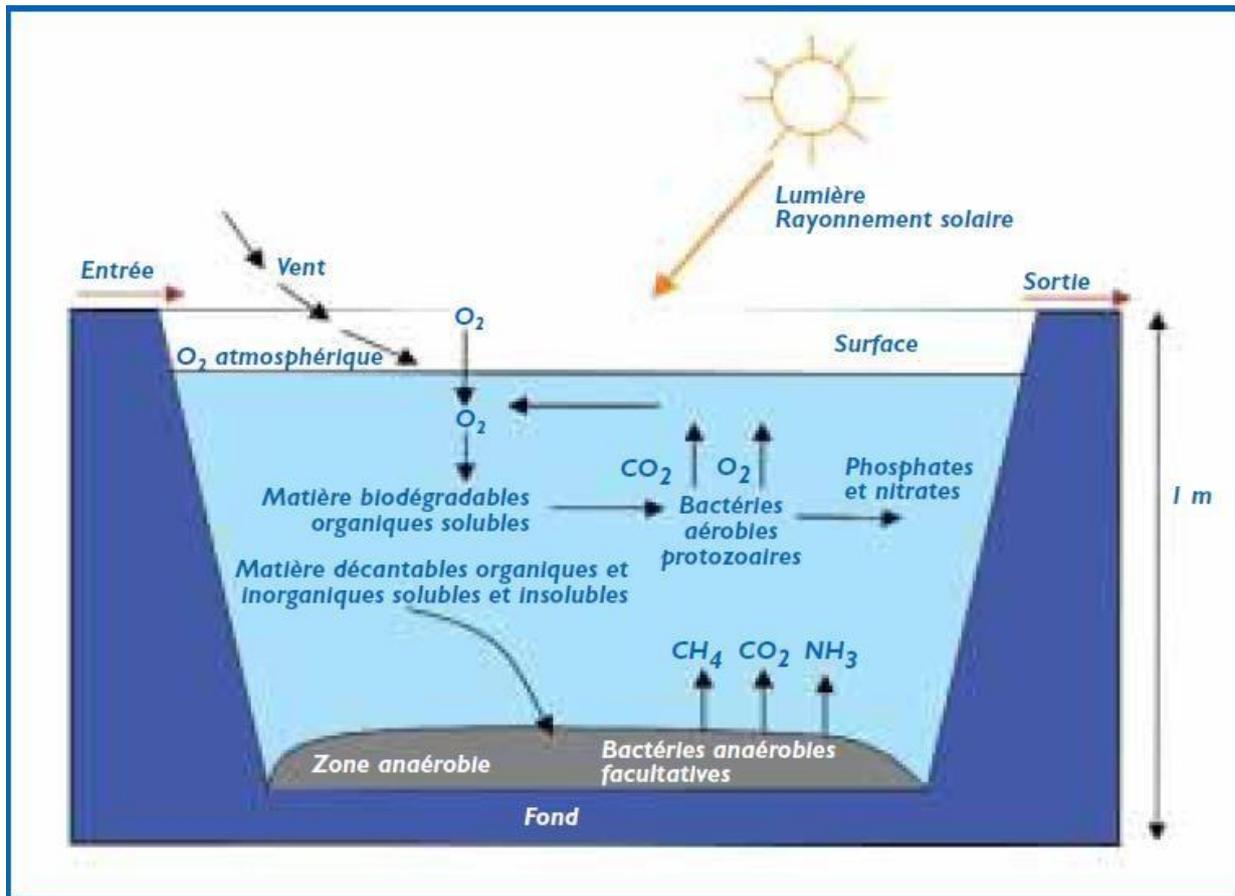
Ces bassins fonctionnent comme des écosystèmes avec des relations de symbiose entre les différentes populations composées de bactéries, de champignons, d'algues, de poissons, de plante, etc. Ces différents organismes interviennent afin d'éliminer la charge polluante contenue dans l'eau usée [25].

De façon générale, le mécanisme, sur lequel repose le lagunage, est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et au maintien des bactéries aérobies.

Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carboné formé par les bactéries, ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées, permettent aux algues de se multiplier. Il y a ainsi prolifération de deux populations interdépendantes : les bactéries et les algues planctoniques, également dénommées « plantes microphytes ». Ce cycle s'auto-entretient tant que le système reçoit de l'énergie solaire et de la matière organique.[22]

En fond de bassin, où la lumière ne pénètre pas, ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique. Un dégagement de gaz carbonique et de méthane se produit à ce niveau.

Figure 11 Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel (d'après Agences de l'Eau, CTGREF) [22]



### 2-3- CLASSIFICATION DES LAGUNES

Il y a plusieurs types des bassins de lagunage, ils sont classés selon leur type de végétation ou en fonction de l'environnement biologique prédominant existe.

#### 2-3-1- Classification selon les types de végétation

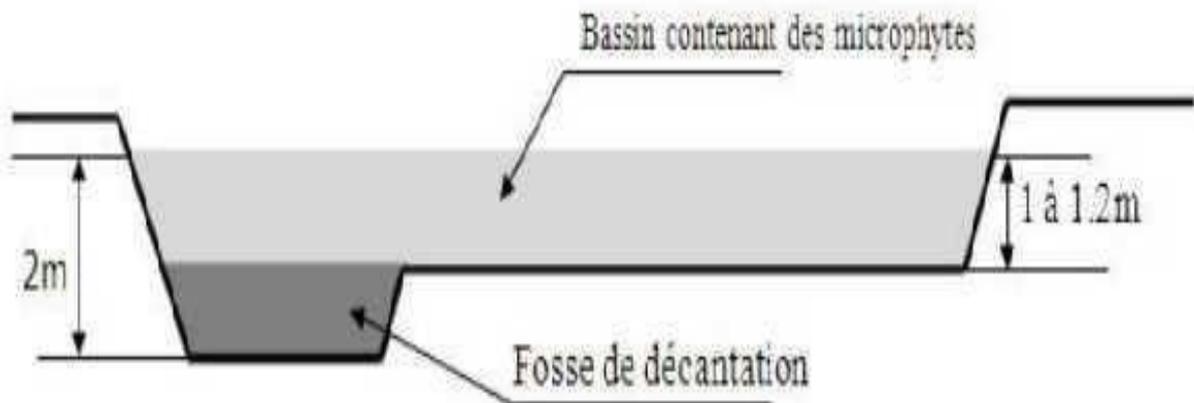
On peut classer les lagunes selon leur type de végétation à :

#### 2-3-2- Lagunes à microphytes

Ces lagunes contiennent potentiellement des algues microscopiques dénommées les phytoplanctons ces algues qui peuvent être bleues, vertes, rouges ou brunes produisent de l'oxygène dissous par photosynthèse, contribuant ainsi à l'aération de l'eau à côté de l'aération naturelle due au contact de l'air. Leur croissance varie selon les conditions climatiques, la profondeur d'eau dans la lagune, la charge organique.....etc. Ce type de lagune se caractérise par une faible profondeur (entre 1,1 m et 1,7m) et un long temps de séjour (entre 50 et 80 jours).

[27]

Figure 12 Schéma d'une lagune à microphyte [26]

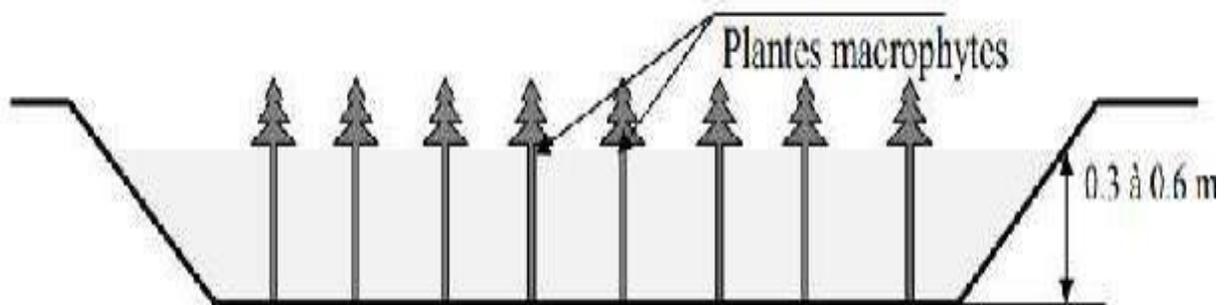


### 2-3-3- Lagunes à macrophytes

Les lagunes à macrophytes utilisées en phase finale de l'épuration par lagunage naturel.

Dans ces lagunes on utilise des plantes aquatiques macroscopiques visibles à l'œil nu, qui peuvent être immergées, flottantes ou enracinées. Elles contribuent à l'absorption des éléments minérale (l'azote, le phosphore...etc., et qui résultant des processus d'élimination des matières organiques dans les bassins précédents) et à l'élimination des plantes microscopiques. Les lagunes à macrophytes, selon la nature des végétaux et du traitement (iris, roseaux, joncs, laitue d'eau), ont une profondeur comprise entre 0.3 et 0.6. [27]

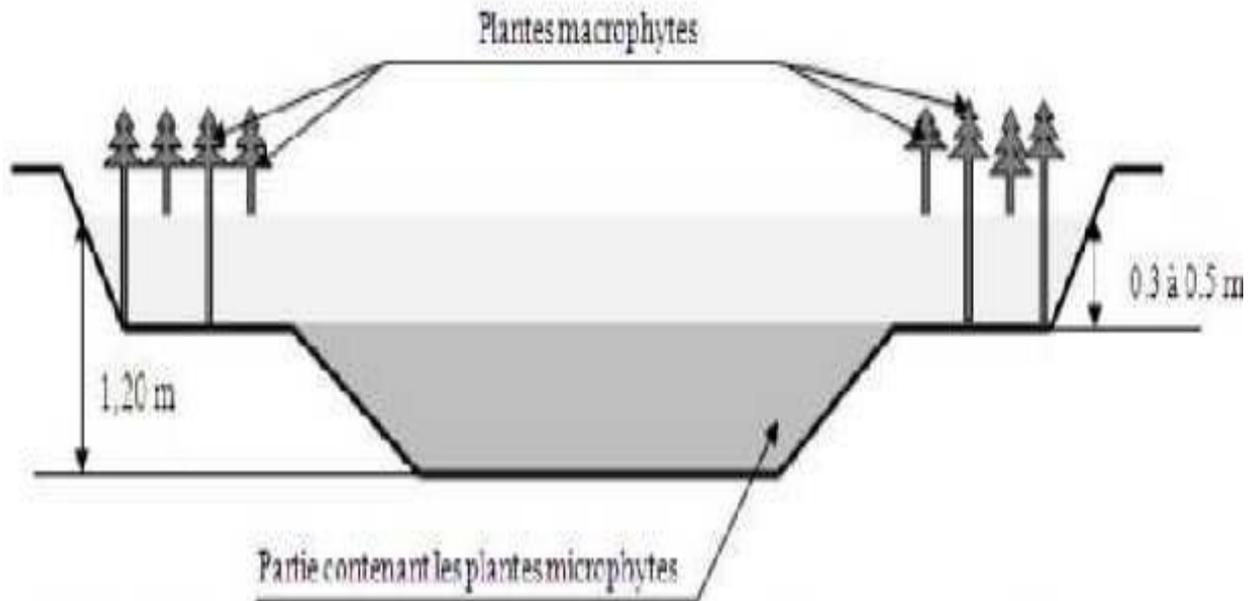
Figure 13 Schéma d'une lagune à macrophyte [26]



### 2-3-4- Lagunes mixtes

Les lagunes mixtes regroupent deux parties. Une partie de la lagune comprend des plantes microphytes, et l'autre partie comprend des plantes macrophytes, comme le montre le schéma suivant :

Figure 14 Schéma d'une lagune mixte [26]



### 2-3-5- Classification en fonction de l'environnement biologique

On distingue les types de lagunes suivantes :

#### 2-3-6- Lagunes aérobies

Les lagunes aérobies servent à accélérer la décomposition des matières organiques par les bactéries aérobies et facultatives, et favoriser la croissance des algues pour éventuellement produire des protéines. Dans ce type de bassins, la profondeur est très faible (0,2 à 0,5 m) afin de permettre à la lumière du soleil de pénétrer dans toute la profondeur et d'avoir de l'oxygène dissous dans toute colonne d'eau. L'utilisation des étangs aérobies se limite généralement aux régions ensoleillées et chaudes, là où il n'y a aucun risque de couverture glacée. [25]

#### 2-3-7- Lagunes anaérobies

Bassin profond (profondeur de l'ordre de 3 à 4 m) dans lequel s'établit un processus de fermentation anaérobie allant jusqu'à la méthanisation et entraînant un abattement partiel de la matière organique soluble. Le temps de séjour de l'eau y est de l'ordre de 3 à 10 jours sous nos climats selon les objectifs. [24]

### *2-3-8- Lagunes facultatives*

Bassin peu profond (1 à 1,5 m localement) comportant une zone anaérobie en fond de bassin et une zone aérobie en surface dont l'épaisseur varie en fonction des conditions météorologiques et suivantes a saison. Le temps de séjour est de 15 à 30 jours. [24]

### *2-3-9- Lagunes de maturation*

La lagune de maturation concerne un bassin peu profond (environ 1 m) où la faible charge organique Les herbivores (zooplancton et animaux supérieurs) qui endiguent la prolifération des végétaux, l'établissement d'une zone aérobie couvrant une large fraction de la hauteur d'eau. L'objectif de cette lagune est de détruire les microorganismes pathogènes. Leur temps de séjour varie entre 4 à 12 jours. [29]

### *2-4- Avantages*

- Bonne protection du milieu naturel
- Pas de consommation énergétique si la dénivelée est favorable
- Peu d'exploitation avec une fiabilité du traitement élevée
- Elimination intéressante de l'azote, du phosphore et des germes pathogènes en été
- S'adapte très bien aux variations hydrauliques du fait du long temps de séjour
- Génie civil simple Maîtrise limitée de l'équilibre biologique et des processus épuratoires
- Bonne intégration paysagère
- Pas de nuisance sonore
- Boues de curage stables (sauf celles entête du premier bassin) avec une fréquence de curage pour la zone proche de l'alimentation de 10 à 15 ans. [3]

### *2-5- Inconvénients*

- Grande emprise au sol
- Coûts d'investissement élevés si le sol est perméable ou instable
- Performances pouvant être altérées en DBO5, DCO et MES par la présence d'algues vertes
- Procédé réservé aux réseaux unitaires ou du moins pour des eaux usées strictement domestiques
- Procédé inadapté pour le traitement des effluents non domestiques (sinon dégagements d'odeurs) [3]

### 3- LAGUNAGE AÉRÉE

#### 3-1- Définition

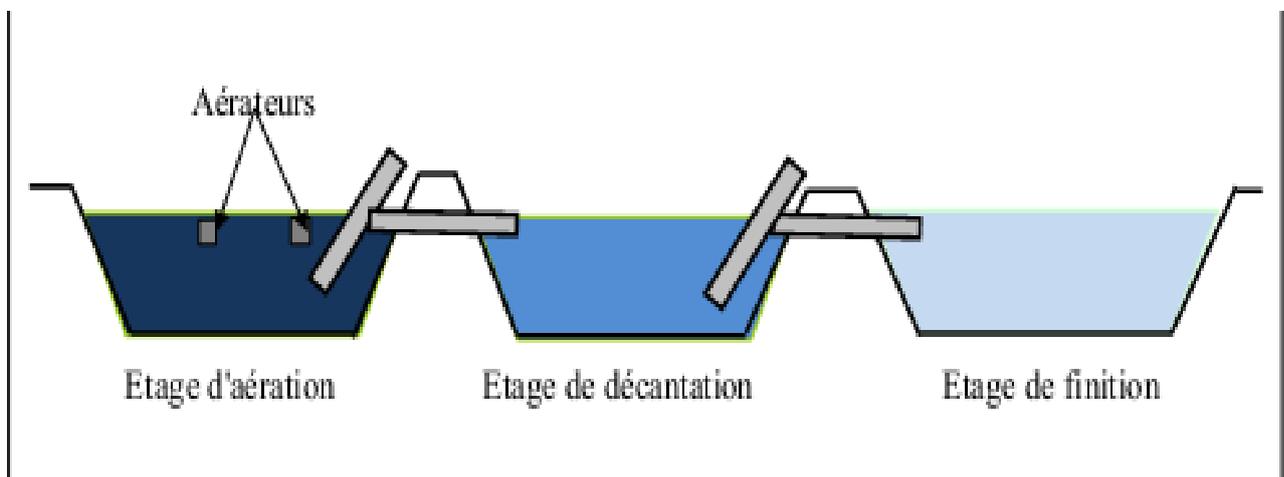
Cette technique préserve les mêmes caractéristiques de lagunage naturelle sauf elle rajoute des équipements électromécaniques pour apport supplémentaire d'oxygène.

#### 3-2- Principe de fonctionnement

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. [22]

En toute logique la puissance de l'aérateur devrait être telle que le brassage du bassin soit efficace (pour des turbines de surface : 20 à 30 W/m<sup>3</sup>). Presque systématiquement sur les installations existantes, la puissance installée ne permet pas un brassage de la totalité du bassin (puissance installée 5 à 10 W/m<sup>3</sup> pour assurer les seuls besoins en oxygène) la sédimentation des MES reste possible, on retrouve des conditions d'anaérobiose au fond de l'ouvrage. [traitement des eau usée losenne]

Figure 15 Le principe d'un lagunage aéré [16]



#### 3-3- Classification des lagune

##### 3-3-1- Lagune a aération

La lagune d'aération : dans laquelle se réalisent l'aération, la croissance et la stabilisation partielle de la culture bactérienne et l'essentiel de l'attaque de la charge biodégradable, On distingue classiquement deux types de lagunes d'aération définissant ainsi :

**Le lagunage aéré aérobie** (ou lagunage aéré stricto sensu) : dans la lagune d'aération l'énergie de brassage est suffisante pour qu'aucun dépôt ne se forme,

**Le lagunage aéré aérobie - anaérobie « facultatif »** : la puissance de brassage de la lagune d'aération est insuffisante pour éviter les dépôts. Théoriquement, un équilibre du niveau des boues en chaque point se réalise. Ces dépôts sont évidemment en anaérobiose. De fait, l'équilibre du niveau des boues est instable, divers phénomènes intervenant (remontée de boues due à une accélération de la production de gaz, resolubilisations d'une partie des dépôts...).[24]

### ***3-3-2- Lagune de décantation :***

C'est le lieu de séparation physique des boues biologiques et de l'eau épurée. Cette lagune doit être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts de boues.

La forme du bassin doit être rectangulaire avec un rapport longueur sur largeur de 2 à 3. [3]

### ***3-4- Avantages***

Ce procédé est particulièrement tolérant à de très nombreux facteurs qui engendrent, en général, de très sérieux dysfonctionnements dans les procédés d'épuration classiques :

- Variation de charges hydrauliques et/ou organiques importantes ;
- Effluents très concentrés ;
- Effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées) ;
- Traitements conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables ;
- Bonne intégration paysagère ;
- Boues stabilisées ;
- Curage des boues tous les deux ans.

### ***3-5- Inconvénients***

- Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres ;
- Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé ;
- Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération ;
- Forte consommation énergétique [22]

## **4- PARAMETRES ESSENTIELS POUR LE CHOIX D'UNE TECHNOLOGIE**

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie seront relatifs :

- aux caractéristiques des eaux usées,
- à l'exploitation,
- au site,
- aux conditions économiques

## 5- LES MÉCANISMES DE L'ÉPURATION

### 5-1- Mécanisme global

Du point de vue de l'épuration, le fonctionnement d'un lagunage simple peut être décrit par les schématisations suivantes :

**Eaux usées + O<sub>2</sub> → bactéries → boue bactérienne + effluent traiter.**

L'apport d'oxygène est assuré par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par les végétaux à chlorophylle.

**Sels minéraux + CO<sub>2</sub> + lumière → végétaux → Masse végétale + O<sub>2</sub>. [24]**

## 6- Les facteurs intervenants dans l'épuration par lagunage

### 6-1- Les facteurs physico-chimiques

DBO<sub>5</sub> ; DCO ; MES ; O<sub>2</sub> ; PH ; NT ; PT. (Voire le chapitre 1 caractérisation des eaux usées)

### 6-2- Les facteurs climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle très important dans l'épuration par lagunage car cette technique de traitement est soumise à l'action des agents atmosphériques, qui influent directement sur la vitesse de dégradation de la charge organique et le développement bactérien.

#### 6-2-1- La température

Les variations de température du milieu lagunaire influent sur le bon fonctionnement de la lagune puisqu'elles affectent la production d'oxygène par photosynthèse et agissent sur le mécanisme de croissance et de survie des micro-organismes qui peuplent ces bassins. L'optimum de production d'oxygène se situe vers 20°C. Le lagunage ne peut fonctionner normalement qu'entre 5°C et 35°C. Des températures très basse (<5°C), s'accompagnant ou non de formation de glaces superficielles arrêtent la photosynthèse, la lagune passe alors en anaérobiose. Des températures supérieures à 35°C entraînant une diminution de la vitesse de la photosynthèse. Par contre, l'activité bactérienne et corrélativement la demande en oxygène augmentent ; ce qui peut provoquer un passage vers l'anaérobiose [28].

### *6-2-2- Le vent*

Le vent cause des turbulences qui assurent un brassage de la masse d'eau et favorise l'oxygénation et la répartition de la température des eaux dans les bassins, mais qui peuvent aussi dégrader les digues par battillage. Il permet également le renouvellement de la pellicule d'air située immédiatement au-dessus de la surface d'eau évaporant et collabore aux échanges d'azote sous forme de N<sub>2</sub> ou de NH<sub>3</sub> [28].

### *6-2-3- L'éclairement*

La lumière solaire est indispensable à la photosynthèse qui est la principale source de production d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique. Les rayons solaires ultraviolets possèdent des propriétés germicides importantes qui les font souvent considérer comme des bons agents naturels de désinfection. L'importance exacte que ces radiations jouent effectivement dans l'élimination des germes dans les bassins de lagunage est cependant difficile à évaluer.[28]

### *6-2-4- Evaporation*

L'évaporation surtout en été est aussi un des paramètres influençant le lagunage de manière importante car elle occasionne des pertes qui conjuguées aux pertes dues à l'infiltration, diminuent la quantité d'effluents à traiter et augmentent le temps de séjour [28].

## **7- Conception des lagunes**

Le caractère extensif du procédé de traitement par lagunage offre aux concepteurs de très larges facilités d'adaptation qui doivent cependant s'inscrire dans un cadre défini par quelques règles qui découlent directement. [24]

### *7-1- La conception générale*

La conception générale sera basée sur l'utilisation la plus rationnelle des terrains disponibles dans le but de profiter au mieux des possibilités d'intégration au site offertes par le lagunage. [24]

### *7-2- La profondeur*

La profondeur des lagunes qui est une règle fondamentale pour le Fonctionnement

### *7-3- Lagunes à microphytes*

L'épaisseur de la tranche d'eau est définie en fonction de l'importance relative aérobiose-anaérobiose. [24]

L'activité photosynthétique intéresse une frange située entre 0 et 1 m sous la surface libre et est maximale dans les 20 à 30 cm supérieurs. [24]

#### *7-4- Lagunes à macrophytes*

La tranche d'eau utile aura une épaisseur variable de 0 à 0,50 m, et l'on retiendra la valeur courante : 0,30 m [24]

#### *7-5- La charge organique admissible*

A défaut d'indications plus précises, le concepteur retiendra comme valeur de la charge maximale admissible 50 kg de DBO5 par hectare de plan d'eau, sous climat français « moyen » lagune microphytes sera conçue de manière à recevoir une charge journalière maximale de 100 kg de DBO5/ha lagunes à macrophytes, la plus chargée ne pourra pas admettre plus de 50 kg de DBO5/ha/jour. [24]

#### *7-6- Le temps de séjour*

Le temps de séjour d'un effluent dans une installation de lagunage naturel est sans doute le paramètre essentiel dans le cas des lagunes à microphytes, il traduit en fait les conditions de durée nécessaire à la prise en compte de la charge organique par les bactéries en suspension.

Il doit être de :

**60 jours, dans le cas d'un traitement intégral**

**30 jours, dans le cas d'un traitement complémentaire. [24]**

## **8- CONCLUSION**

L'épuration des eaux usées par lagunage se présente donc comme une technique simple basée sur des mécanismes biologiques complexes. La fiabilité du système est assurée par son caractère extensif qui se traduit par une installation lente mais sûre des équilibres biologiques assurant la transformation ou la rétention de la pollution contenue dans les eaux usées.

L'épuration de l'eau usée par le procédé du lagunage reste une solution parfaitement écologique qui protège l'environnement et offre une intégration paysagère.

**CHAPITRE 3**

**ASPECT**

**GENERALE SUR LA**

**ZONE D'ETUDE**

## PARTIE 1 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE GHARDAÏA

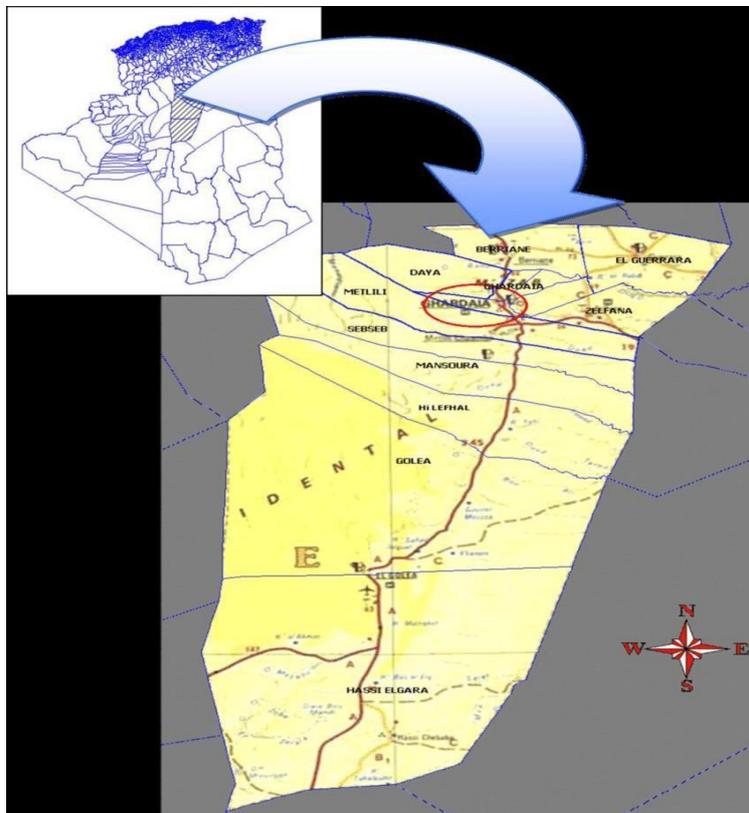
**1- Situation géographique**

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord de Sahara. Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984. L'ensemble de la nouvelle Wilaya dépendait de l'ancienne Wilaya de Laghouat. Il est composé des anciennes dairate de Ghardaïa, Metlili et El-Ménéa. La Wilaya de Ghardaïa est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200Km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300Km) ;
- A l'Est par la Wilaya de Ouargla (190Km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1370Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350Km).

La Wilaya couvre une superficie de 84660,12km<sup>2</sup> [5]

Figure 16 situation géographique de la wilaya de Ghardaïa



## 2- Paramètres Climatologiques

### 2-1- Climat

Le climat de la région de Ghardaïa typiquement Saharien, est caractérisé par deux saisons: Une saison chaude et sèche (d'avril à septembre) et une autre tempérée (d'octobre à mars) et une grande différence entre les températures de l'été et de l'hiver. On enregistre une moyenne annuelle de 25°C, avec une évapotranspiration de l'ordre de 2000 mm par an et une faible hauteur de pluies avec une moyenne de précipitations de 60 mm/an.

Ces valeurs moyennes n'ont pas une grande signification car les pluies peuvent faire défaut pendant plusieurs années consécutives et que deux à trois jours de pluies peuvent apporter 50 à 80 mm. [34]

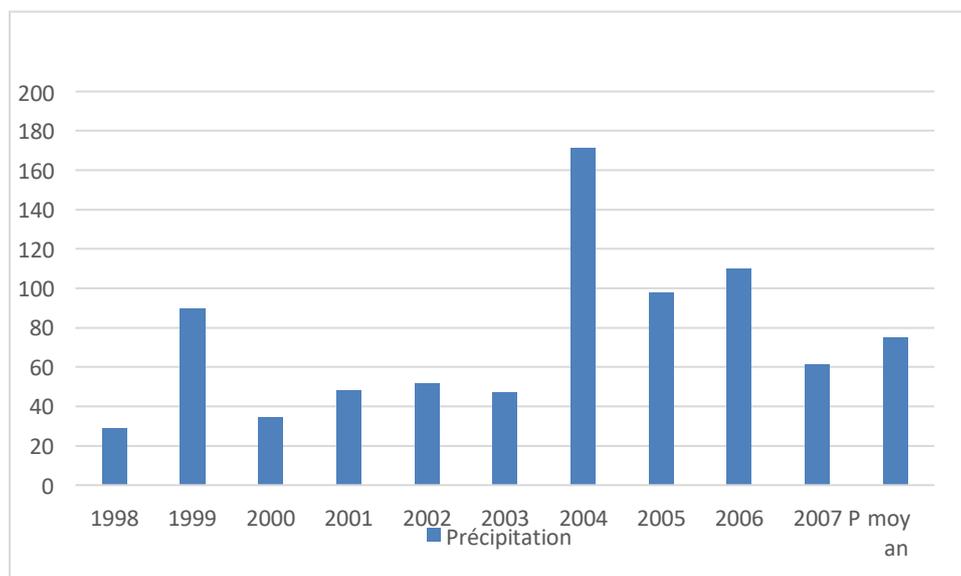
### 2-2- Précipitations

Selon les données statistiques, sur une période d'observation de 10 ans nous constatant que la pluviométrie est très faible. La moyenne annuelle est de 74,95 mm. Le nombre de jours de pluie ne dépasse pas onze (11) jours (entre les mois de janvier et mars). [32]

Tableau 3 Précipitations sur une période d'observations (1998/2007)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	P moy an
Précipitation (mm/an)	28.8	89.9	34.6	48.2	51.6	47	171.5	97.8	109.6	61.5	74.95

Figure 17 histogramme des précipitations sur une période d'observations (1998/2007)



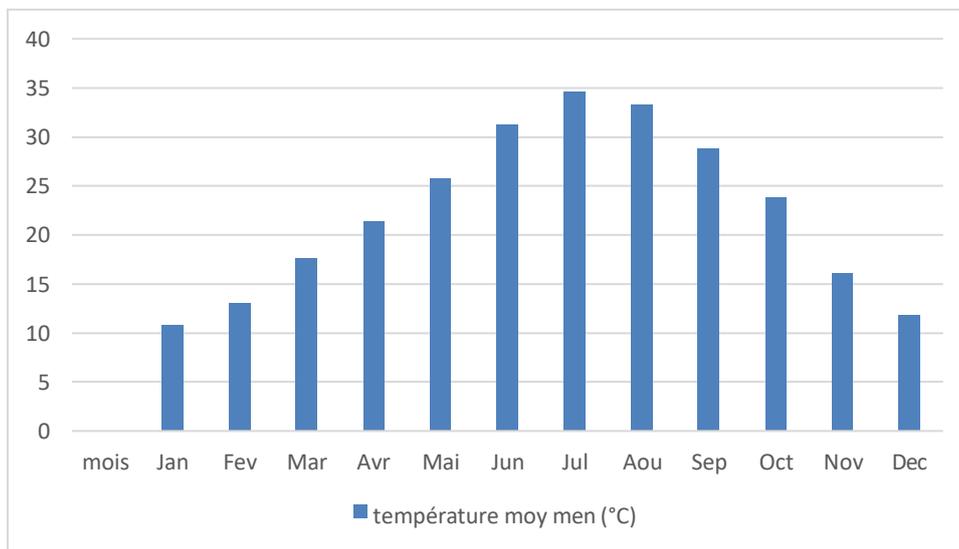
**2-3- Température**

L'analyse d'une série d'observations statistiques enregistrée au niveau de la Wilaya de Ghardaïa, sur une période d'observations de 10 ans, a fait ressortir que la température moyenne mensuelle enregistrée, est de 22,40 °C[32].

*Tableau 4 Températures moyennes mensuelles sur une période d'observation (1998/2007)*

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
température moy men (°C)	10.85	13.10	17.63	21.34	25.71	31.26	34.60	33.30	28.77	23.84	16.17	11.78

*Figure 18 histogramme montre les Températures moyennes mensuelles sur une période d'observation (1998/2007)*



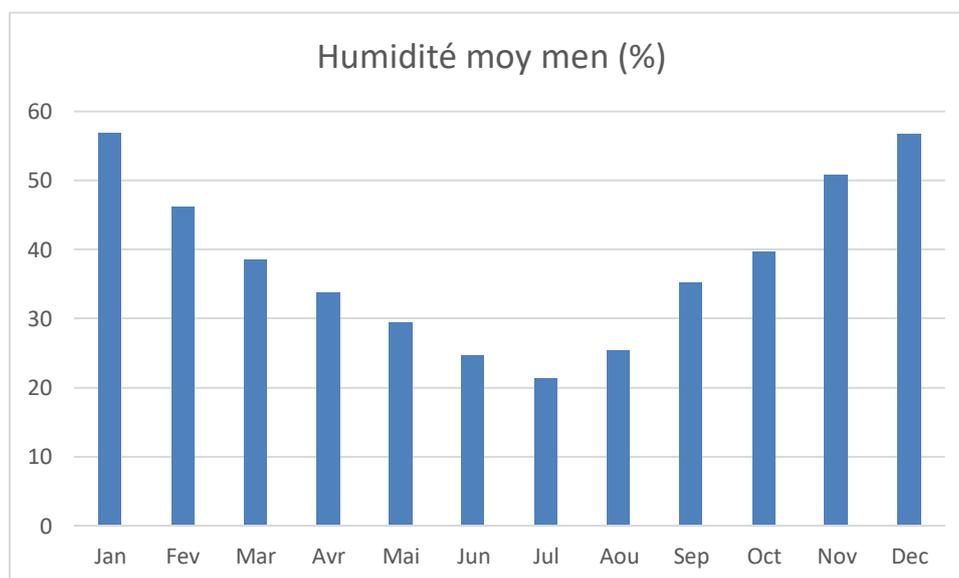
**2-4- L'Humidité Relative**

Les données de la station météorologique de Ghardaïa montrent qu'il y a une période de sécheresse du mois de juin au mois de juillet et il y a une période humide qui est en automne et en hiver [32]

*Tableau 5 Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observations (1998/2007)*

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité moy men (%)	56,90	46,10	38,50	33,60	29,40	24,70	21,30	25,30	35,10	39,70	50,80	56,70

Figure 19 histogramme Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observations (1998/2007)



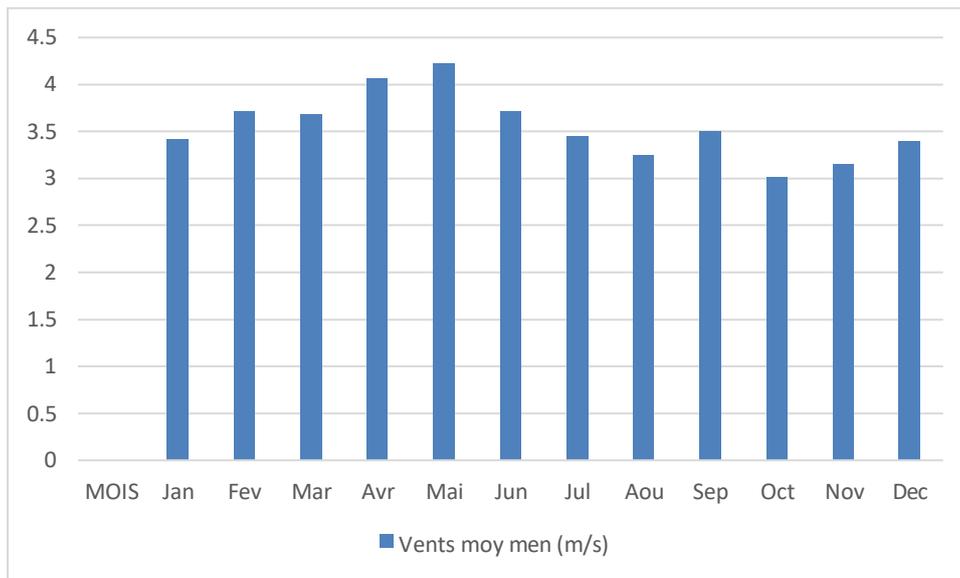
**2-5- Vents**

Les vents dominants d'été sont forts et chauds tandis que ceux d'hiver sont froids et humides. Les vents de sable sont très fréquents dans la région d'El-Ménéa surtout pendant le printemps, les mois d'avril, mai et juin. Pour ce qui est du Sirocco dans la zone de GHARDAIA, on note une moyenne annuelle de 11 jours/an pendant la période qui s'étend du mois de mai à septembre. [32]

Tableau 6 Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (1998/2007)

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vents moy men (m/s)	3.41	3.72	3.68	4.06	4.22	3.72	3.45	3.25	3.50	3.01	3.15	3.39

Figure 20 Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (1998/2007)



**2-6- L'insolisation**

La période la plus lumineuse de l'année dure 4,3 mois, du 13 avril au 22 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 7,0 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 19 juin, avec une moyenne de 8,0 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 3,1 mois, du 31 octobre au 3 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 4,3 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 17 décembre, avec une moyenne de 3,3 kWh. [31]

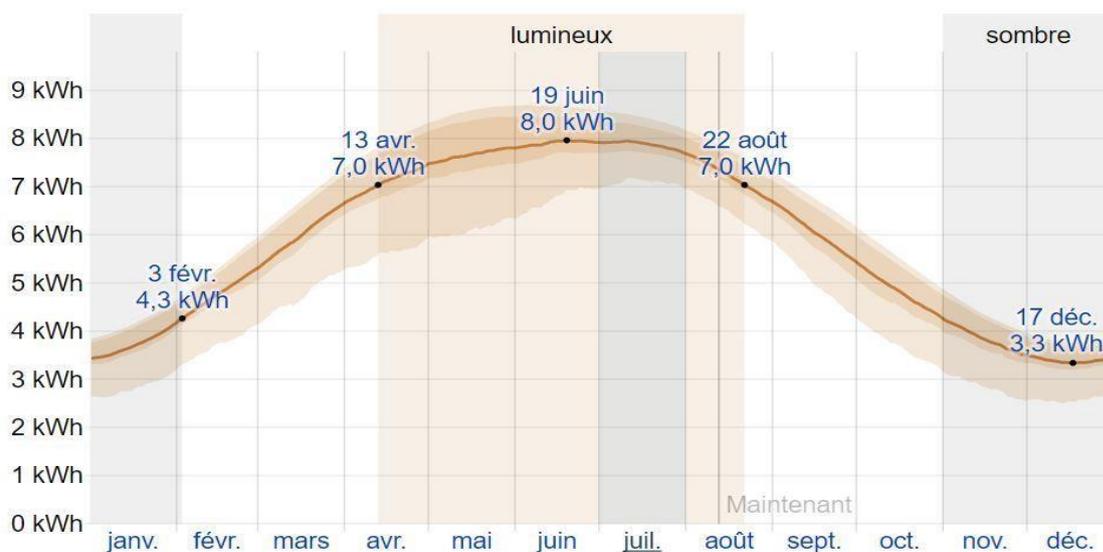


Figure 21 Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen [31]

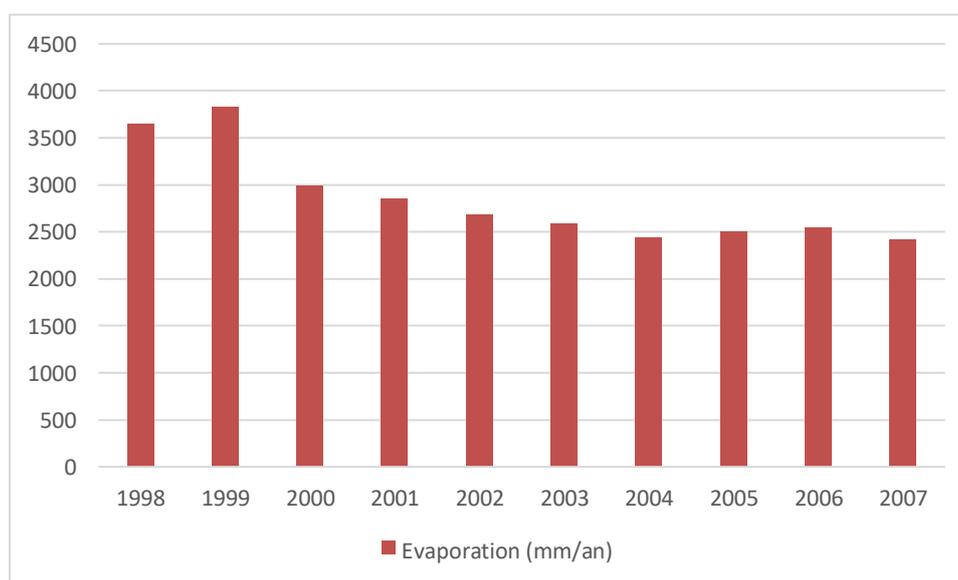
**2-7- Evaporation**

La quantité d'eau évaporée dans la région de Ghardaïa est influencée par le degré de température et les vents et les précipitations, elle augmente quand ceux-ci augmentent et vice versa, . [32]

*Tableau 7 Evaporations sur une période d'observation (1998/2007)*

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Evaporation (mm/an)</b>	3649	3826	2981	2850	2681	2580	2439	2503	2549	2412

*Figure 22 histogramme d'Evaporations sur une période d'observation (1998/2007)*

**3- Etude Hydrologique**

La région du M'zab est un immense plateau constitué de calcaire dolomitique du Turonien. Ce plateau est jalonné par un grand nombre d'oueds ; dont les principaux oueds zegrir, oued Nsaa, oued M'zab et oued Metlili. Ces oueds serpentent la dorsale de direction générale OuestEst pour se jeter dans la dépression de Ouargla Ces oueds peuvent provoquer des inondations catastrophiques. Durant certaines années exceptionnelles, comme en 1991, en automne 1994, et en Octobre 2008 de violentes crues ont déferlé sur la vallée en causant de sérieux dégâts. [34]

### *3-1- Nappe phréatique*

D'une manière générale, la région est le siège de nappes phréatiques. L'eau captée par des puits traditionnels d'une vingtaine de mètres de profondeur en moyenne mais qui peuvent atteindre 50 m et plus, permet l'irrigation des cultures pérennes et en particulier les dattiers.

L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont liés étroitement à la pluviométrie.

La qualité chimique des eaux est comme suit :

- à l'amont, elle est bonne à la consommation.
- à l'aval, elle est mauvaise et impropre à la consommation, contaminée par les eaux urbaines. [34]

### *3-2- Nappe du Continental Intercalaire*

La nappe du Continental Intercalaire 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 d'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). [34]

## PARTIE 2 : PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION D'EL-ATTEUF

### 1- Situation géographique

La station d'épuration de Kef Doukhane est située dans la commune d'EL ATEUF qui constitue l'aval de la vallée du m'Zâb. D'une superficie d'environ 79 ha, c'est la 2ème plus grande step par lagunage naturel dans le monde après une step à Texas aux États-Unis (selon M<sup>r</sup> Marc André Desjardins, expert mondial dans la conception des step). La STEP est située à environ 21 km au sud-est de Ghardaïa, à l'aval de la digue d'EL-ATTEUF.

### 2- Présentation de la STEP

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.

*Figure 23 Vue aérienne de la STEP d'EL-ATTEUF*



**3- Dimensionnement de la STEP de Ghardaïa**

Capacité : 331 700 eq/hab

Surface totale : 79 ha

Nombre de lit de séchage : 10 lits

Nombre de bassins : 16 bassins devisés en 02 niveaux

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

*Tableau 8 les données de bases de la STEP (STEP Ghardaïa, 2013)*

<b>Capacité nominale</b>		<b>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 DBO5/j
Abattement DBO5 minimal	60%

#### 4- Les différentes étapes de traitement des eaux usées

L'ensemble des eaux usées de la vallée sont acheminées gravitairement (pente :0,2%) depuis la fin du collecteur projeté au niveau de la digue d'El Atteuf jusqu'à l'entrée de la station grâce à deux collecteurs en parallèle de diamètre 1000 mm. Les étapes par les quelles passant les eaux usées dans la station sont les suivantes :

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

*Figure 24 : collecteurs d'amenée des eaux usées.*



#### **4-1- Prétraitement :**

Les collecteurs urbains d'eaux usées véhiculent des matières très hétérogènes et souvent volumineuses. A l'arrivée dans la station d'épuration, les eaux "brutes" doivent subir, avant leur traitement proprement dit, des traitements préalables de dégrossissage, appelés "pré traitements" et destinés à extraire des effluents la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs.

Le prétraitement comporte :

#### **4-2- Dégrillage/dessablage**

◆ Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle.

En cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques. Un système de batardeaux calés au-dessus de la cote plane d'eau maximal équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by passer complètement l'ensemble du prétraitement.

*Figure 25: dégrilleur & dessableur.*



#### **4-3- Ouvrage de répartition**

##### **4-3-1- 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), une cloison siphonide participe à la tranquillisation des flux,
- L'élargissement de la section de l'ouvrage permet de ralentir le cheminement des eaux usées avant leur passage sur un seuil frontal décomposé en huit seuils de largeur 1m,

- Les eaux usées se déversent dans deux chambres d'où partent les deux conduites de diamètre 1000mm de liaison avec les répartiteurs secondaire.

*Figure 26 répartiteurs principaux vers les bassins primaires et secondaires.*



#### **4-3-2- 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.

#### **4-4- 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.

#### **4-5- Traitement secondaire**

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

- Deux conduites de diamètre 1000mm, qui collectent les eaux ayant subi le traitement primaire, arrivent sur le répartiteur principal 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 d'une superficie de l'ordre de 3,8 ha et d'une profondeur d'eau de 1,6 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.

*Figure 27 : lagunes primaires et secondaires.*



#### **4-6- 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.

##### **4-6-1- 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.

*Figure 28 : lits de séchage*



#### 4-7- Evacuation 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.

Figure 29 : rejet final vers oued M'Zab.



### 5- Le réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement est du type unitaire, c'est-à-dire que les eaux usées et les eaux pluviales sont évacuées dans des collecteurs communs.

#### 5-1- les réseaux

↪ La longueur des réseaux :	986 Km
↪ Les collecteurs principaux :	196 Km
↪ Les réseaux secondaires et tertiaires :	790 Km

#### 5-2- Taux de raccordement : 95 %

#### 5-3- Station de traitement des eaux usées :

<b>STEP de Kef Doukhan El Atteuf :</b>	Transférée à l'ONA, en exploitation.
<b>STEP de Guerrara :</b>	Transférée à l'ONA, en exploitation.
<b>STEP de Berriane :</b>	Achevée, en cours de transfert.
<b>STEP d'El Ménéa :</b>	Transférée à l'ONA, en exploitation.

## PARTIE 3 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE L'OUED

### 1- Situation géographique

La wilaya d'étude se situe au Sud-Est de pays à une distance de 670 km de la capitale Alger. Elle est comprise entre 33° et 34° de latitude Nord et 6° et 8° de longitude Est. La région d'El-oued appartient au Sahara septentrional de l'Erg oriental.

Au plan administratif, la wilaya d'El-oued comporte 12 daïras et 30 communes, elle est limitée par :

La wilaya de Biskra et Tébessa au Nord.

La wilaya de Djelfa au Nord-ouest.

La wilaya d'Ouargla au Sud et au Sud-ouest.

La frontière tunisienne à l'Est

### 2- Paramètres Climatologiques

#### 2-1- Climat

La région d'étude est caractérisée par un climat Saharien avec un été chaud et sec et un hiver doux, les précipitations sont très faibles, par contre la température est élevée et qui dépasse parfois les 45°C. Ce qui conduit à une évaporation intense et une humidité relative plus importante en hiver qu'en été.

Notons que les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et de leur violence.

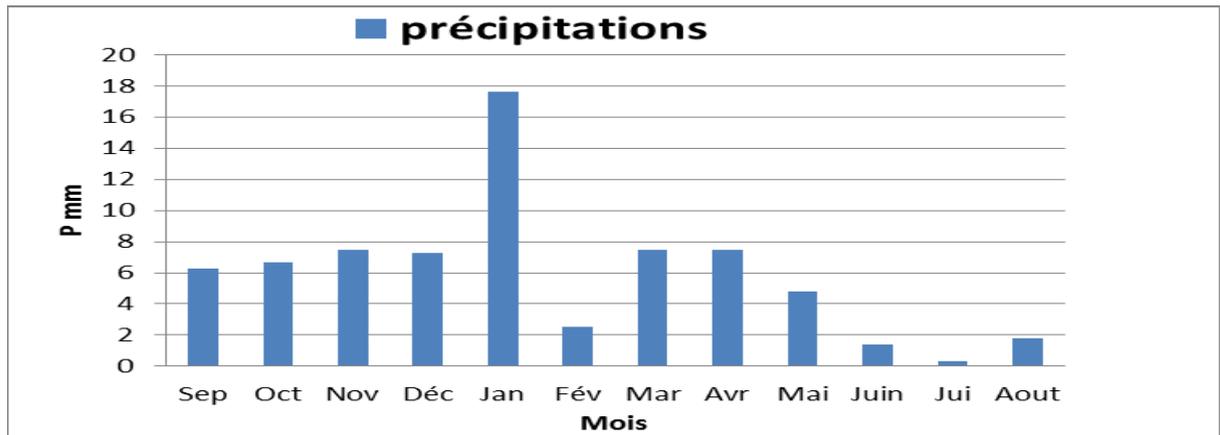
#### 2-2- Précipitation

Les précipitations sont très rares et irrégulières (irrégularité mensuelle et annuelle), leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de Janvier avec 17,6 mm, avec une moyenne annuelle cumulé de précipitation de 71.2 mm.

Tableau 9 : Précipitations moyenne mensuelles de l'ONM d'El Oued (1985/2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Pmoy
P mm	6.3	6.7	7.5	7.3	17.6	2.5	7.5	7.5	4.8	1.4	0.3	1.8	71.2

Figure 30 : Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) (1985/2014).



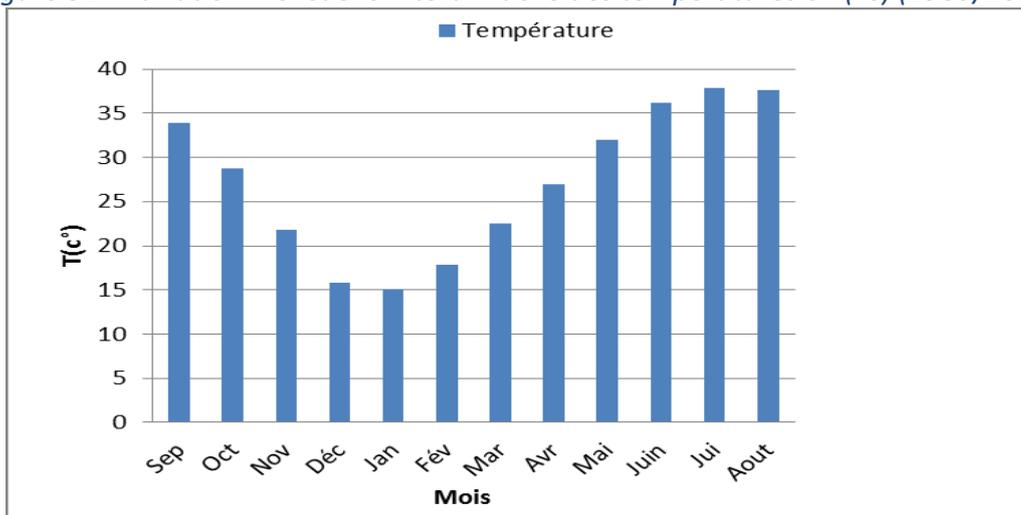
2-3- Température

La région du Souf est caractérisée par une température moyenne annuelle qui oscille entre 27,18 °C. Les mois les plus froids sont Janvier et Décembre avec 15.07 et 15,76 °C. Les températures les plus élevées varient entre 37,82 et 37,63 °C, et correspondent aux mois de Juillet et Août.

Tableau 10 : température moyennes mensuelle a la station ONM d'El oued en (c°) (1985/2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout
T(c°)	33.87	28.71	21.79	15.76	15.07	17.87	22.46	27.00	31.98	36.20	37.82	37.63

Figure 31 : Variation mensuelle interannuelle des températures en (°C) (1985/2014).



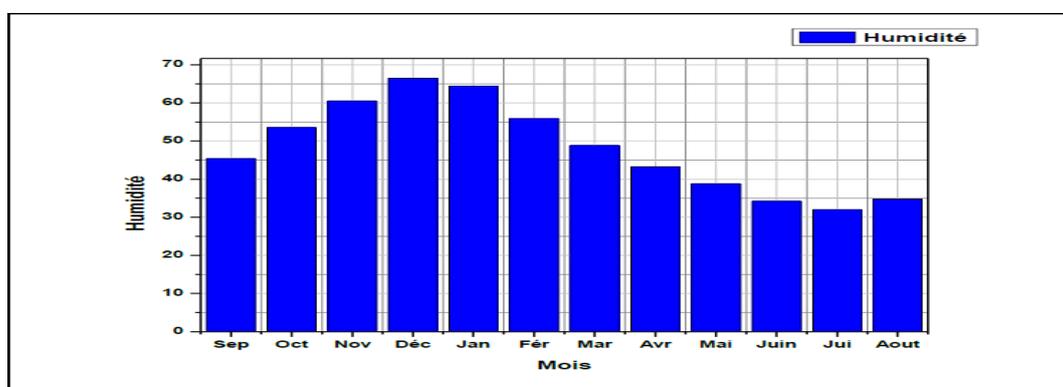
**2-4- L'Humidité Relative**

L'humidité représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère sous forme de vapeur ou bien le nombre de gramme de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air. L'humidité est mesurée au moyen de l'hygromètre.

*Tableau 11 : Humidité moyenne mensuelle en (%) de l'ONM (1985/2009).*

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout
Humidité (%)	45.45	53.54	60.53	66.5	64.4	55.9	48.87	43.3	38.8	34.23	32	34.8

*Figure 32 Distribution mensuelle interannuelle d'humidité (1985/2009)*



**2-5- Vents**

La direction des vents dans la région d'El-Oued est Est, Nord-Est prédominant, puis à un degré moindre ceux de direction Ouest et Sud-Ouest, caractérisé par des températures très élevés (Sirocco).

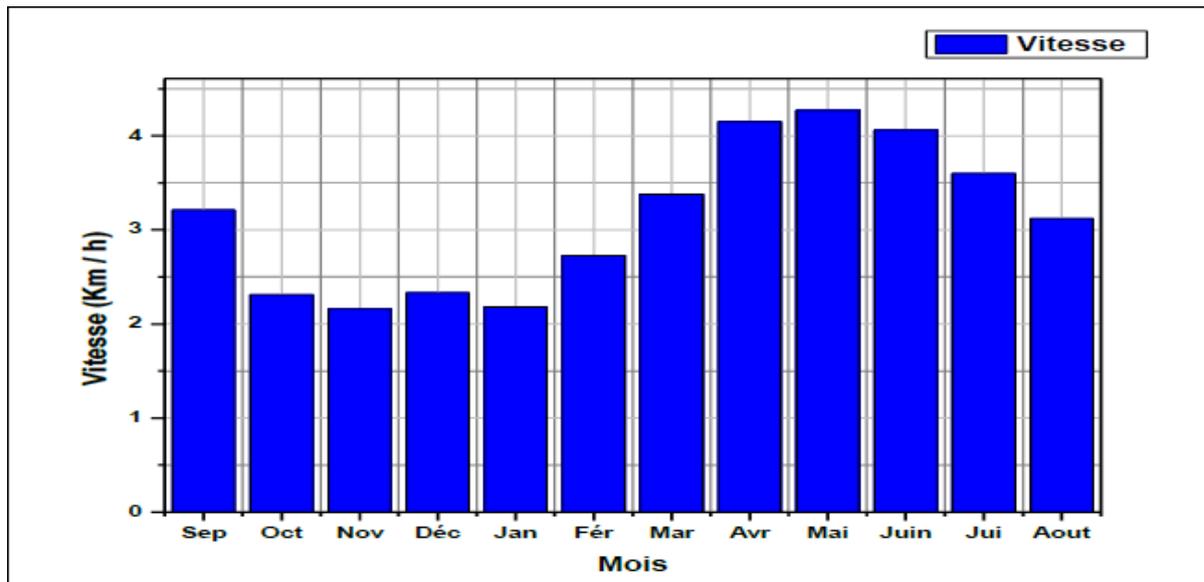
Généralement au printemps les vents sont les plus forts (période de pollinisations des palmiers). Ils sont chargés des sables éoliens donnant au ciel une teinte jaune et peuvent durer jusqu' à 3 jours consécutifs, avec une vitesse allant de 30 à 40 km/h.

Vitesses moyennes des vents mensuels en (m/s) de l'ONM (1985/2009).

*Tableau 12 Vitesses moyennes des vents mensuels en (m/s) de l'ONM (1985/2009).*

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout
Vitesse (Km / h)	3.21	2.31	2.16	2.33	2.18	2.73	3.38	4.15	4.27	4.06	3.6	3.12

Figure 33: Variation mensuelle interannuelle de vitesse des vents en (m/s) (1985/2009).



2-6- L'insolation

Cause de la faible nébulosité, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui est en effet desséchant en augmentant la température.

En effet, La durée d'insolation est très importante au Sahara et varie avec d'une manière très importante d'une année à l'autre et même au cours de la même année.

Tableau 13 : Insolation moyenne mensuelle en (h) de l'ONM (1985/2009)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Moy
Temps d'insolation (h)	275	261.2	237	225	237.9	247.9	281.5	284	312	341.2	352	329	281.98

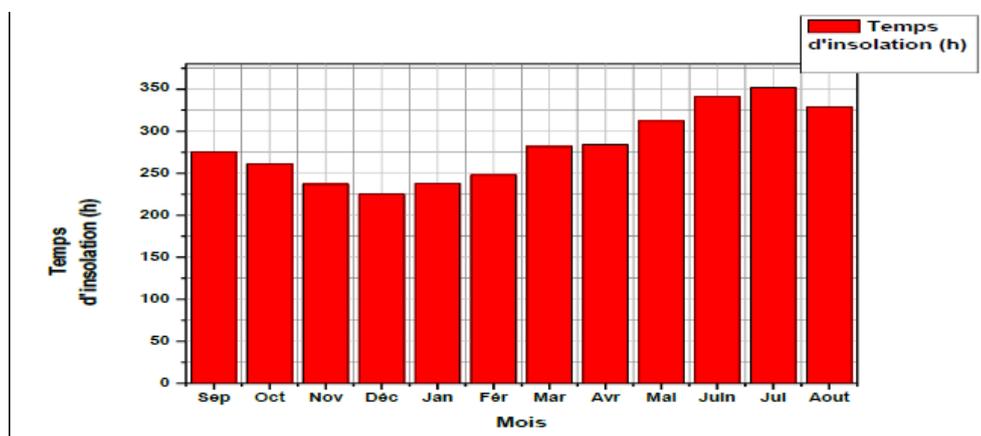


Figure 34 : Durée moyenne mensuelle interannuelle d'insolation en (h) (1985/2009).

La répartition des moyennes mensuelles d'insolation nous permet de constater que la brillance du soleil est maximum au cours du mois de juillet avec une moyenne de 352 heures, et le minimum est enregistré pendant le mois de décembre avec une moyenne de 225 heures.

Dans la région, le rayonnement solaire est excessif (le moyen annuel est de 3383,87 h/ans) ce qui traduit par un pouvoir évaporant élevé.

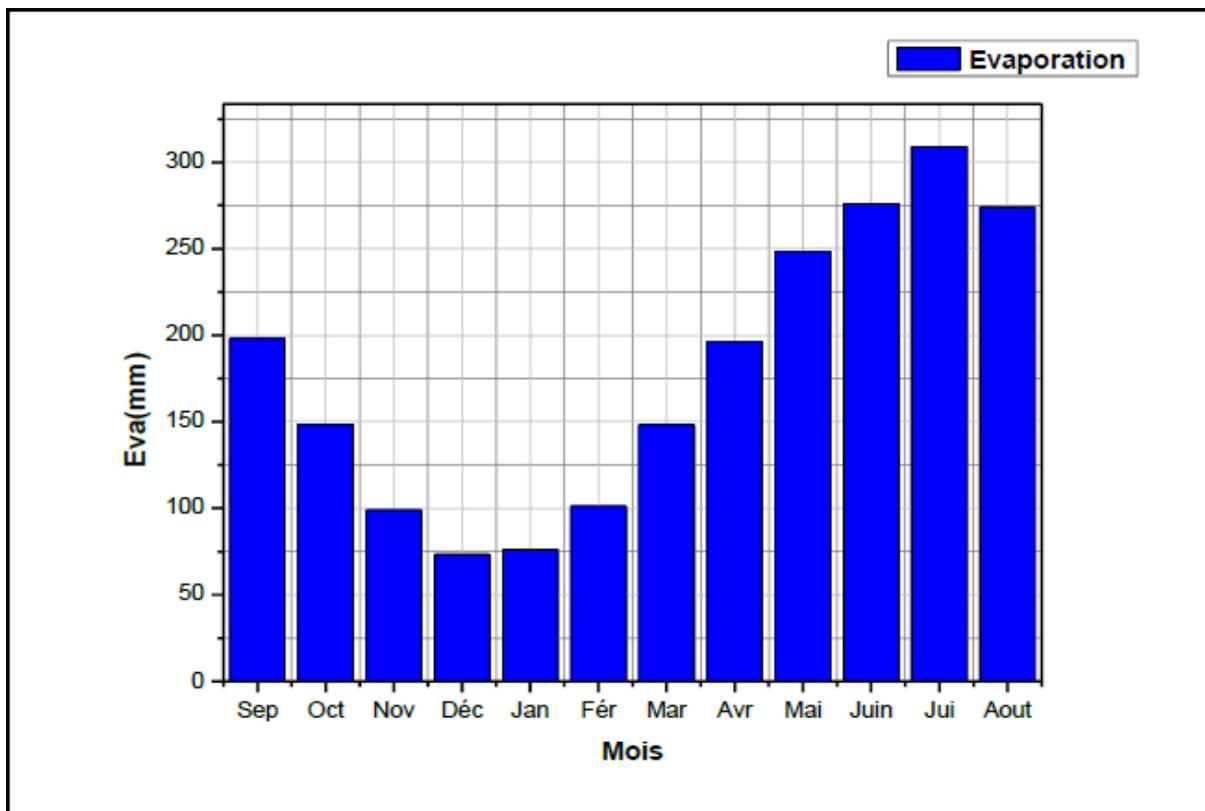
**2-7- L'évaporation**

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds, elle est de l'ordre de 2360.6 mm/an avec un maximum mensuel de 309 mm au mois de Juillet et un minimum de 73 mm en décembre.

*Tableau 14 : l'évaporation moyenne mensuelle en (mm) de l'ONM (1985/2009)*

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Moy
<b>Eva (mm)</b>	198	148	99	73	76	101	148	196	248	276	309	274	2360.6

*Figure 35 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle en (mm) (1985/2009).*



### ***2-8- Etude Hydrogéologique***

La wilaya d'El Oued présente des potentialités en eau assez importantes, représentées par trois types d'aquifères, l'un libre correspondant à la nappe phréatique, les deux autres sont captifs, correspondant aux nappes multicouche du complexe terminal et la nappe du continental intercalaire.

#### ***2-8-1- La Nappe phréatique***

La nappe phréatique partout dans le Souf, repose sur le plancher argilogypseux du Pontien supérieur. La zone d'aération qui sépare la surface de cette eau de la surface du sol, ne dépasse pas une profondeur moyenne de plus de 40 m de sable non aquifère .

L'alimentation de la nappe phréatique dans la zone d'étude est assurée par l'infiltration des eaux de forages profonds (CT et CI) et par les rares et faibles précipitations typiquement sahariennes.

#### ***2-8-2- Complexe Terminal C.T***

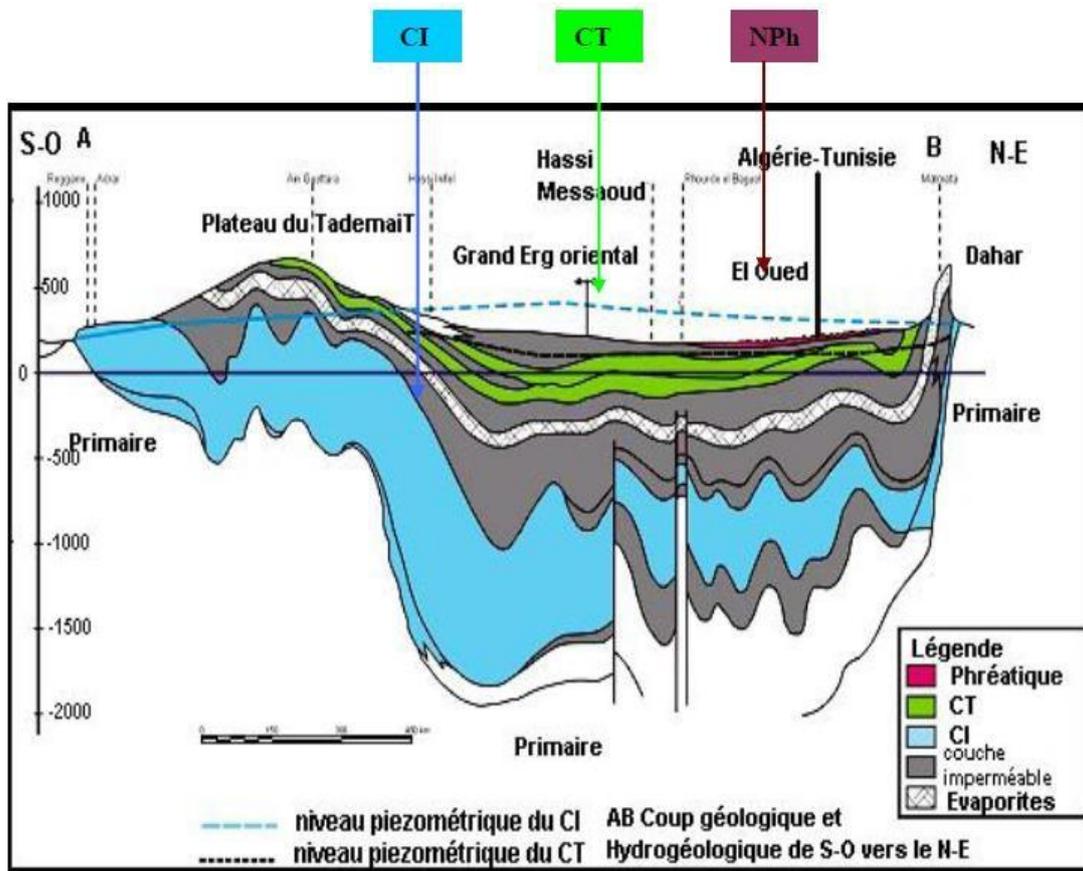
La nappe du Continental Terminal contenue dans les sables du Miopliocène est plus ou moins en relation avec les nappes de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien, de sorte qu'. l'échelle de l'ensemble du Sahara, on peut considérer que ces différents niveaux forment une seule et même nappe, celle du Continental Terminal, par opposition . Cette du Continental Intercalaire.

#### ***2-8-3- Nappe du Continental Intercalaire C.I***

la définition hydrogéologique plus classique d'un continental intercalaire au sens strict réduit aux seuls dépôts clastiques (argilo-gréseux) véritablement continentaux constituant un réservoir plus ou moins homogène rempli d'eau douce. Ces dépôts, d'âge Crétacé inférieur, recouvrent en discordance des terrains d'âges variés allant du toit du Primaire à l'Ouest (le mur du Continental Intercalaire correspondant ici avec la discordance hercynienne) au toit du Néocène à l'Est. Le toit du réservoir correspond à la base du Cénomaniens argileux à l'Ouest, de l'Albien argileux à l'Est.

Le Continental Intercalaire constitue le réservoir profond du Sahara septentrional. Il s'étend sur plus de 600 000 km<sup>2</sup> sur les seuls territoires algériens et tunisiens

Figure 36 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (UNESCO, 1972)



## PARTIE 4 : PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION EL-OUED

**1- Situation géographique de la station d'épuration**

La station d'épuration des eaux usées sert à collecter les eaux usées des communes d'El-Oued, Robbah, Bayadha et Kouinine, elle est située au Nord-est de Kouinine.

Kouinine est la maire de l'une des municipalités qui appartiennent au groupe et de la vallée sera oasis, le désert au sud de l'Atlas et se situe sur une zone de 116 km<sup>2</sup> elle est situé au centre de la route national n°48, donc loin du siège du département d'état, environ sept kilomètre, elle est située sur niveau de 97 m au-dessus de la mer, et d'augmenter l'élévation vers le sud, tandis que la baisse dans le Nord.

Kouinine est une municipalité située au Nord de la vallée, représente la gestion administrative de la vallée est leur localisation comme se suit:

Au Nord: commune Taghzout.

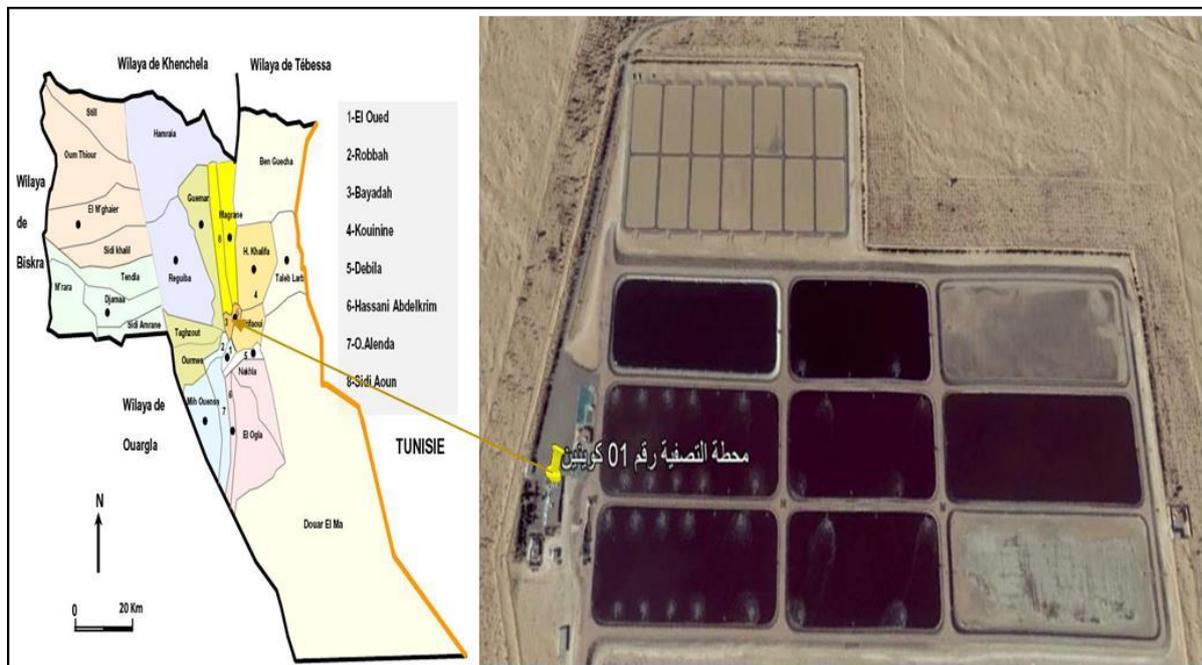
Au Sud: commune d'El-Oued et Sud l'Ouest Oued Alanda.

Au l'Est: commune de Hassani Abed Alkarime.

L'Ouest: commune Ouermase.

Cette station occupe une superficie de l'ordre de 100 hectare,

Figure 37 : Localisation géographique de la STEP kouinine



**2- DESCRIPTION DE STEP 01**

Station d'épuration des eaux usées à lagunage aérée est conçue pour desservir les communautés de : El-Oued, Bayadha, Robbah et Kouinine.

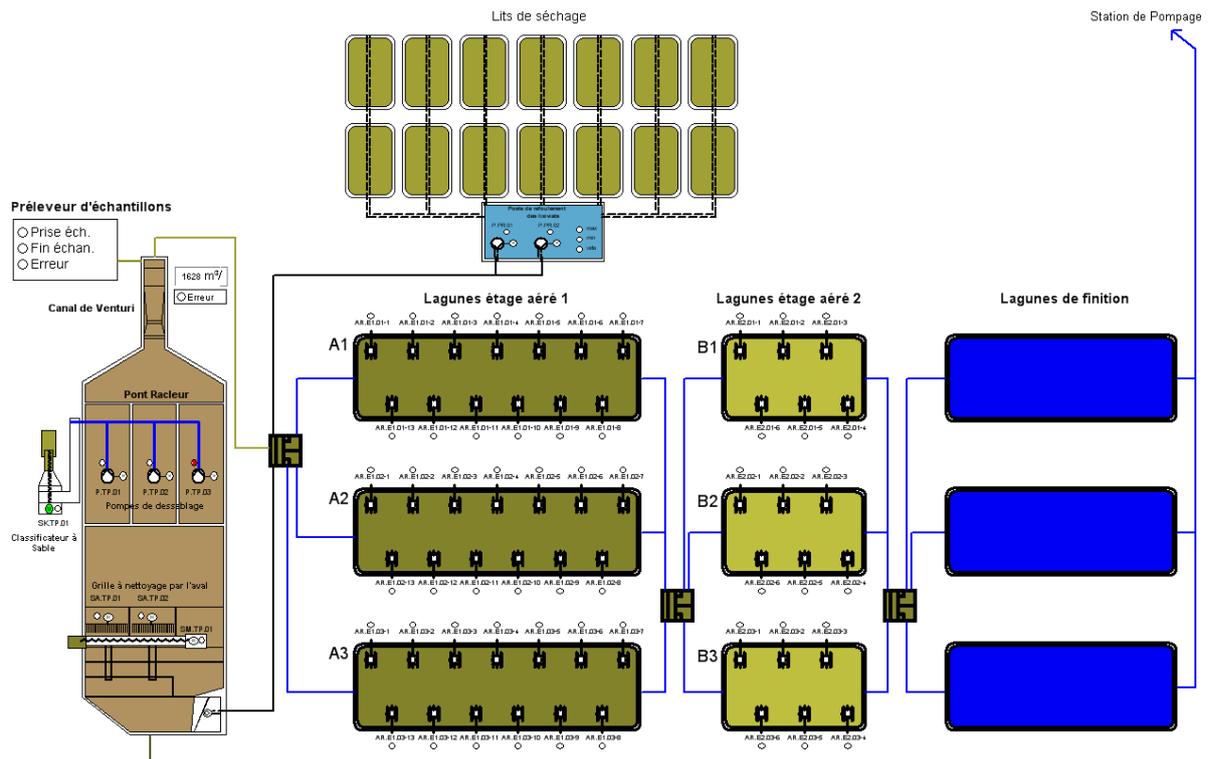
\*la population total de ces communautés actuellement d'environ 486170 habitants.

\*la plein capacité de la station d'épuration sera atteint en 2030.

\*le processus de traitement des aux usée se base sur des lagunes aérées, et comprend les étapes principales ci –après :

- prétraitement avec dégrillage et dessablage longitudinal.
- bassin d'activation primaire (étape 1 avec 3lagunes aérée parallèles).
- bassin d'activation secondaire (étape 2 avec 3lagunes aérée parallèles).
- bassin de traitement d'affinage ou maturation (3 lagunes de post –traitement parallèles).
- traitement de boues (14lits de séchage des boues).

Figure 38 : schéma d'épuration des eaux usées STEP 01 Kouinine



**2-1- Prétraitement des eaux usées**

**2-1-1- Dégrillage**

Construit en béton, avec deux chambres et dégrillage grossier dans le courant principal de l'eau usée ainsi qu'une chambre pour le by-passe de secours lors des pannes du dégrillage.

les eaux usées traversent d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, l'espacement entre barreaux 15mm retiennent les éléments les plus grossiers, après les grilles nettoyer par un système à racleur motorisé dont l'action automatisée est déclenchée par un capteur de niveau spécialement conçu qui surveille en permanence la différence entre le niveau d'eau en amont et en aval sur la grille, une fois que les débris ont été recueillis et soulevés par le racleur, ils sont chargés dans une cuve horizontale, au moyen d'un transporteur à vis horizontal et sans arbre, ces débris sont ensuite déposés dans un conteneur à débris.

*Figure 39 Dégrillage*



### **2-1-2- Dessablage**

construit en béton, avec trois chambres, dans cette zone, le sable contenu dans les eaux usées est décanté grâce à une réduction de la vitesse d'écoulement et grâce à la force gravitaire. Ces particules sont ensuite aspirées par un pont racleur avec moteur électrique et des pompes d'aspiration avec suspension flexible (pompe à moteur submersible), le mélange sable-eau s'écoule par les conduites en acier du pont racleur vers le conduit en acier, monté sur la paroi extérieure du dessablage et puis vers le classificateur à sable pour la déshydratation.



*Figure 40 Dessablage*

***2-2- Traitement secondaire des eaux usée******2-2-1- Lagunages aérée –première étape***

Suite à l'alignement des vannes des conduites du répartiteur, l'eau usée à traiter biologiquement s'écoule par les conduites et répartie de manière homogène. Le traitement biologique d'eau usée consiste des trois lagunes aérée (A1.A2.A3) de la même taille et conception ainsi que les conditions de processus de base comme suivant :

Longueur :232.60m

Largeur :91m

Profondeur de bassin –coté d'entrée 4.50m

-coté sortie 4.20m

Profondeur d'eau : 3.50 m

***2-2-2- Lagunes aérée –deuxième étape***

Le fonctionnement de la deuxième étape d'aérateur est identique à la première. Mais pour la dégradation de la charge restante d'environ 20-30% assuré par 6pièces d'aérateurs ont été installées dans chaque lagunes.

Les caractéristiques des lagunes sont :

Longueur : 194,80 m

Largeur :92.80m

Profondeur de bassin –coté d'entrée 4.50m

-coté sortie 4.30m

Profondeur d'eau : 2.70 m

***2-3- Lagunes de finition***

Les lagunes de finition ont été conçues et construites selon le même système que les lagunes aérée 1et2 et son pris les dimensions suivantes :

Longueur : 254,30 m

Largeur :91.60m

Profondeur de bassin –coté d'entrée 3.70m

-coté sortie 2.50m

Profondeur d'eau : 1.50 m

***2-4- Lits de séchage des boues***

Construire 14 lits de séchage dans 2 lignes avec 7 lits par ligne en sont remplis des graviers de différente granulométrie et couvert du sable comme couche de couverture.

Conçues comme bâches terrestres avec revêtement en feuille, tuyaux perforer de drainage pour la déshydratation et des rampes d'accès la décharge de la boue sèche.

Pour le raclage de la boue déposée au radier des lagunes d'eau usée, un racleur de boue avec une pompe à piston rotatif aspire le mélange boue-eau et le transmet par une conduite de refoulement flexible, la boue pompée s'écoule par la suite vers les lits de séchage. Elle stockée dans les lits de séchage et déshydratée dans les conditions naturelles. dans les conditions climatiques locales on peut assumer un temps de séjour d'environ 15-18jours .ainsi ,on atteint un taux de matière sèche de 400-450 kg/m<sup>3</sup> .

### **3- Le réseau d'assainissement**

Le réseau d'assainissement est du type unitaire, c'est-à-dire que les eaux usées et les eaux pluviales sont évacuées dans des collecteurs communs. Ce réseau d'assainissement totalise 513.51 KM

**ROBBAH** : diamètre 315 longueur 1676m

                  diamètre 400 longueur 645m

Linéaire total en (Km) : **49,82**

**BAYADHA** : diamètre 315 longueur 888m

                  diamètre 400 longueur 666m

                  diamètre 500 longueur 1798m

Linéaire total en (Km) : **76,82**

**KOUININE**    diamètre 315 longueur 1070m

Linéaire total en (Km) : **27,5**

**EL-OUED**: diamètre 315 longueur 3800m

                  diamètre 400 longueur 5500m

                  diamètre 500 longueur 8500m

                  diamètre 700 longueur 3800m

Linéaire total en (Km) : **359,37**

**Les stations de pompage** : 01

**Les stations de relevage.**

**ROBBAH** : 05

**BAYADHA** : 04

**KOUININE** : 02

**EL-OUED** : 20

# **CHAPITRE 04**

# **MATERIEL ET**

# **METHODE**

### **1- Introduction**

Pour évaluation d'une station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau usée brute et épuré afin de déterminer les différentes caractéristiques physicochimiques et bactériologiques qui permettent d'évaluer le niveau de la pollution et le risque engendré par ces effluents, pour faire un bon choix du procédé d'épuration, et dimensionner les ouvrages de la filière projetée.

Nous avons donné dans ce chapitre un aperçu sur les principales analyses faites sur les échantillons des eaux usées pour connaître les principaux polluants de ces eaux. Pour cela, en étant utilisant différents appareils et méthodes d'analyses sont utilisées.

### **2- Objectif principale**

L'objectif principal de ce travail est de faire les analyses des eaux usées de la Valley de M'Zab et la commune de kouinine pour connaître les paramètres de ces eaux usées, et prévoir la faisabilité de l'épuration par un système de lagunage naturel et lagunage aère de ces eaux.

### **3- Prélèvement et échantillonnage**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) [6].

Le prélèvement d'un échantillon d'eau conditionne les résultats analytiques et les interprétations pour ne pas y modifier les caractéristiques physico-chimiques d'eau.

Dans notre cas, nous avons effectué le prélèvement de l'échantillon d'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP. L'opération s'est faite manuellement à l'aide d'un petit récipient qui est ensuite transvasé dans des bouteilles.

### **4- Paramètres étudiés**

Nous fournirons un aperçu sur les principales analyses faites sur les échantillons des eaux usées pour connaître la qualité des eaux traitées. Pour cela, différents appareils et méthodes d'analyses sont utilisées, donc nous avons suivi les paramétrées suivant :

T, pH, Conductivité, Salinité, DBO5, DCO, O2 dissous, MES, NT, PT.

### 5- Lieu de prélèvement les échantillons

Les prélèvements sont réalisés au niveau des ouvrages de prétraitement (à l'entrée de la STEP), et à la sortie (bassin de finition) En prendre l'échantillon de la région en le point de rejet de réseau d'assainissement de Kouinine et Kaf doukhan.

### 6- Détermination des PH :

L'appareil utilisé : PH mètre EUTECH pH 510.

Figure 41 : pH mètre (pH 510) (ONA, 2015).



#### 6-1- 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.

6-2- Expression des résultats : La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil.

### 7- Détermination de la conductivité électrique :

L'appareil utilisé : Conductimètre terminal 740 WTW.

Figure 42: Conductimètre (Terminal 740) (ONA, 2015).



#### 7-1- 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.

7-2- **Expression des résultats** : La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil en milli-siemens par centimètre (mS/cm).

#### 8- Détermination de l'oxygène dissous :

L'appareil utilisé: Oxy-mètre INOLABO-OXI 730 WTW.

Figure 43: Oxy-mètre (INOLABO-OXI 730 WTW) (ONA, 2015).



#### 8-1- 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.

**8-2- Expression des résultats :** Le résultat est donné directement en mg/l.

## 9- Détermination des matières en suspension (MES) :

### 9-1- Principe

L'eau est filtrée, la vaporisation de l'échantillon à une température de 150° pendant 2 heures, et puis la détermination des matières en suspension par pesée différentielle. Dans les eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.

### 9-2- Matériel utilisé

- Papier filtre en verre diamètre 47 mm ;
- Rampe de filtration sous vide ;
- Pompe à vide ;
- Etuve chauffée (105°C) ;
- Balance (0.001 g de précision) ;
- Le dessiccateur.

Figure 44: Etuve chauffée (ONA, 2015).



Figure 45: Dessiccateur (ONA, 2015).



Figure 46: Ensemble de filtration (ONA, 2015).



Figure 47 : Balance électrique (TP-303) (ONA, 2015).



### 9-3- 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 minutes après l'étape précédente ;
- Peser le filtre sur la balance (soit  $P_0$  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  $(105 \pm 2)$  °C pendant 2 heures ;
- Laisser s'équilibrer à température ambiante dans le dessiccateur sans le contaminer et le peser comme précédemment (soit  $P_i$  en mg).

### 9-4- Expression des résultats

On calcule la teneur de la Matière En Suspension d'après l'expression :

$$\text{MES (mg/l)} = (P_i - P_0 / V) * 1000$$

$P_i - P_0$  : Poids de la matière retenue par le filtre sec.

$V$  : Volume de la prise d'eau en (ml).

## 10- Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5):

### 10-1- Principe

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo-staée 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 (5) jours. Les micro-organismes présents consomment d'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au- dessous de l'échantillon cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP.

### 10-2- Matériels utilisés :

- Réfrigérateur conservant à une température de 20C° ;
- Flacons d'incubation à bouchons rodés de 510ml ;
- Barrou-magnétique
- Pastilles de KOH.

Figure 48: Réfrigérateur conservant (ONA, 2015).



### 10-3- Mode opératoire :

- Mettre le Barrou-magnétique dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le volume (V) dans la bouteille de DBO ;
- Mettre le support d'alcalin (caoutchoute) sur la bouteille ;

- Ajouté 3 ou 4 pastilles de KOH sur le support d'alcalin en évitant la chute d'une masse de KOH dans l'eau à analyser ;
- Fermé bien la bouteille par DBO sensor.
- Régler la DBO sensor à partir de la gamme ;
- Appuyer sur le bouton (A) et (B) au même temps pour changer le programme ;
- Appuyer sur le bouton (A) pour régler la gamme ;
- Appuyer sur bouton (B) jusqu'à l'affichage de (00).

**10-4- Expression des résultats : Lecteur de la valeur après 5 jours.  $DBO_5$  (mg/l) = Lecteur  $\times$  Facteur.**

## **11- Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :**

### **11-1- Principe**

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de  $DBO_5$ .

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues 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 ( $H_2SO_4$ ).

### **11-2- Matériel utilisé**

- Thermo réacteur (CR 2200) ;
- Spectrophotomètre,
- Réactifs : Produit chimie de la DCO sur une bouteille (tube de réactif DCO).

*Figure 49 : Spectrophotomètre (ONA, 2015).*



Figure 50: Thermo réacteur (CR 2200) (ONA, 2015).



### 11-3- Mode opératoire :

- Agiter le tube à essai pour amener le résidu en suspension ;
- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO ;
- Boucher hermétiquement le tube avec le bouchon fileté ;
- Mélanger énergiquement le contenu de tube. Toujours saisir le tube par son bouchon ;
- Chauffer le tube pendant 120 minutes à 148°C dans le thermo réacteur portoir ;
- Retirer le tube brûlant du thermo réacteur et le laisser refroidir dans un portoir ;
- Au bout de 10 minutes, agiter le tube et le remettre dans le portoir jusqu'à refroidissement à température ambiante (temps de refroidissement au moins 30 minutes). Ne pas refroidir à l'eau froide ;
- Mesurer l'échantillon dans le photomètre (la valeur mesurée est longtemps stable).

**11-1- Expression des résultats :** Le résultat est donné directement en mg/l.

## 12- Détermination de l'azote total NT

### 12-1- Appareil

- Spectrophotomètre HACK
- Pipettes 2

### 12-2- Réactifs

- Réactifs azote total (LCK 338) gamme (20 à 100 mg/l).

## 13- Détermination du phosphate total PT.

### 13-1- Appareil

- Spectrophotomètre HACK
- Pipetes 2

### **13-2- Réactifs**

- Réactifs phosphate (LCK 348) gamme (1.5 à 15.0 mg/l) pour les faibles concentrations.
- Réactifs phosphate (LCK 350) gamme (6 à 60 mg/l) pour les fortes concentrations.

**13-3- Expression des résultats :** Les résultats sont donnés directement en mg/l.

## **Conclusion**

L'évaluation de la quantité de la pollution arrivant en tête de station d'épuration dépend du prélèvement de l'échantillon. Au laboratoire, l'analyste identifie les échantillons et applique rigoureusement le protocole de chaque paramètre à mesurer et dresse ensuite les résultats sur une fiche récapitulative.

Le rapport de DCO /DBO<sub>5</sub> est dans tous les cas inférieurs à 2. Il montre bien la nature des eaux usées urbaine . Les résultats obtenus montrent que la majorité des rejets contiennent pratiquement que des matières organiques biodégradables, alors le traitement biologique par lagunage naturel sera possible.

**CHAPITRE 05**  
**ETUDE**  
**COMPARATIF DU**  
**DEUX PROCEDES**

**Introduction**

Dans ce chapitre nous établiront une comparaison entre les deux procédés des épurations biologique. Le lagunage naturelle et aérée dans un milieu aride.

Les deux types d'épurations vont être suivi et expérimenté en sorte que :

La STEP kahf-dkhoun Ghardaïa présente lagunage naturelle et STEP Kouinin el-oued présente lagunage aérée.

Cette comparaison repose sur :

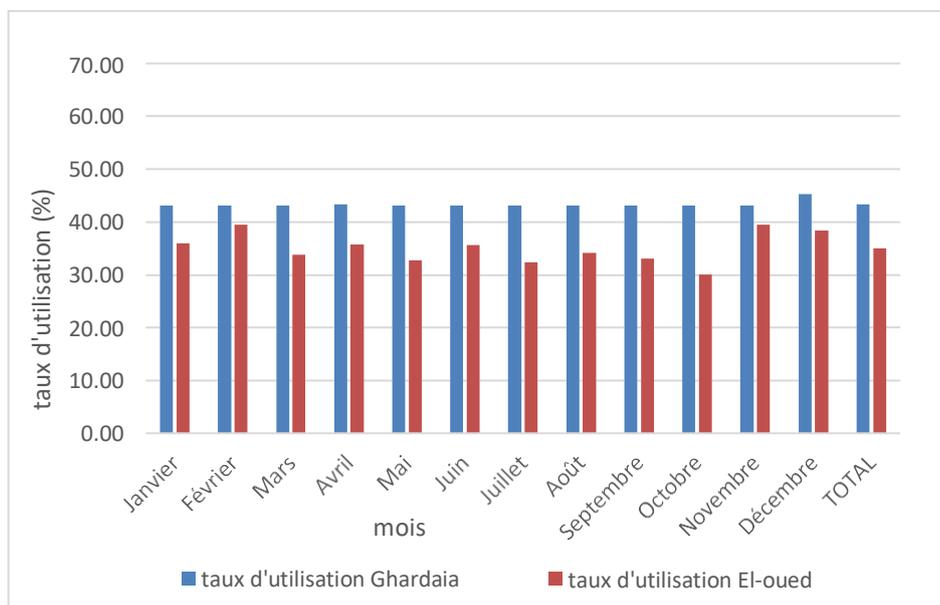
-Eude technique : les performances épuratoires obtient à partir des analyses de des différent paramètres physico-chimique effectuer au laboratoire.

-Eude économique : évaluation le cout de revient et les frais d'exploitation pour les deux STEP.

**PARTIE 1 : COMPARAISON DU RESULTAT PHYSICO-CHIMIQUE.**

**1- Le Taux D'utilisation**

Figure 51 Taux D'utilisation Des Capacités installées à L'oued et Ghardaïa.



D'après la figure On constate que les deux STEP Ghardaïa et l'oued fonctionne avec des débits épurés varie entre 20000 et 26247.04 m<sup>3</sup>/j. sachant que le débit nominale Ghardaïa et l'oued sont respectivement 46400, 66398 m<sup>3</sup>/j (*voir tableau annexe 3 et 4*) ce qui donne un taux d'utilisation moyenne annuelle 43.31 ; 35.03%.

On constate que les deux stations utilisent presque les 50% de la capacité installé.

N.B : Les résultat des débits épurée de la station Ghardaïa sont estimative

2- Demande Biologique en Oxygène (DBO5)

Tableau 15 résultat DBO5 STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Jiu	Aou.	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>DBO (mg/l)</b>	<b>78.00</b>	<b>107.50</b>	<b>121.00</b>	<b>151.75</b>	<b>129.50</b>	<b>262.50</b>	<b>131.00</b>	<b>142.30</b>	<b>83.00</b>	<b>100.50</b>	<b>107.00</b>	<b>114.67</b>
<b>DBO (mg/l)</b>	<b>63.00</b>	<b>49.00</b>	<b>52.00</b>	<b>37.75</b>	<b>28.50</b>	<b>23.00</b>	<b>31.50</b>	<b>28.40</b>	<b>40.50</b>	<b>32.00</b>	<b>66.00</b>	<b>84.00</b>
<b>R%</b>	<b>19.23</b>	<b>54.42</b>	<b>57.02</b>	<b>75.12</b>	<b>77.99</b>	<b>91.24</b>	<b>75.95</b>	<b>80.04</b>	<b>51.20</b>	<b>68.16</b>	<b>38.32</b>	<b>26.74</b>

Tableau 16 résultat DBO5 STEP L'oued.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>DBO (mg/l)</b>	<b>175.00</b>	<b>307.00</b>	<b>280.00</b>	<b>300.00</b>	<b>250.00</b>	<b>352.00</b>	<b>373.00</b>	<b>288.00</b>	<b>256.00</b>	<b>335.00</b>	<b>204.00</b>	<b>277.42</b>
<b>DBO (mg/l)</b>	<b>48.40</b>	<b>56.60</b>	<b>64.40</b>	<b>73.00</b>	<b>65.10</b>	<b>58.40</b>	<b>63.20</b>	<b>61.00</b>	<b>40.00</b>	<b>32.00</b>	<b>41.00</b>	<b>53.84</b>
<b>R%</b>	<b>72.34</b>	<b>81.56</b>	<b>77.00</b>	<b>75.67</b>	<b>73.96</b>	<b>83.41</b>	<b>83.06</b>	<b>78.82</b>	<b>84.38</b>	<b>90.45</b>	<b>79.90</b>	<b>80.59</b>

Figure 52 courbe de variation DBO5 STEP Ghardaïa.

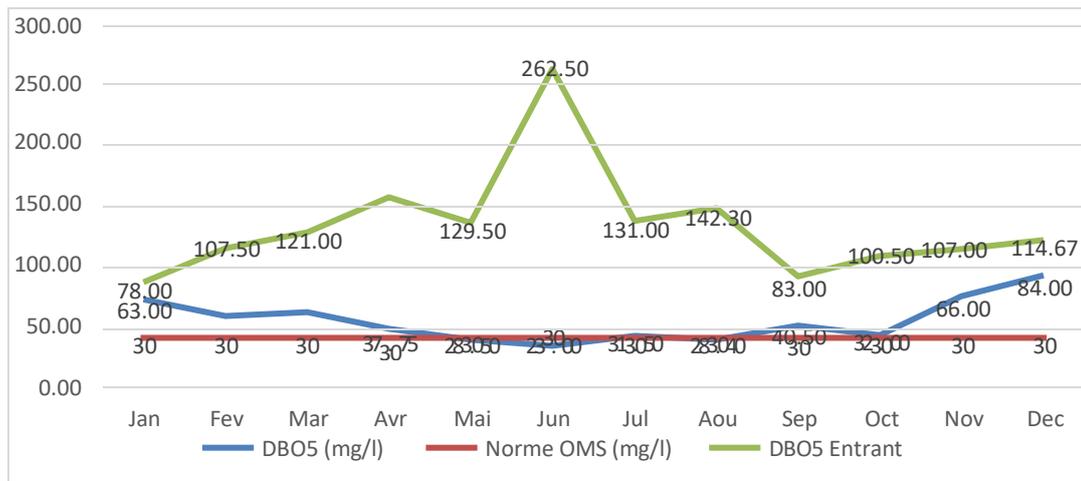


Figure 53 courbe de variation DBO5 STEP L'oued.

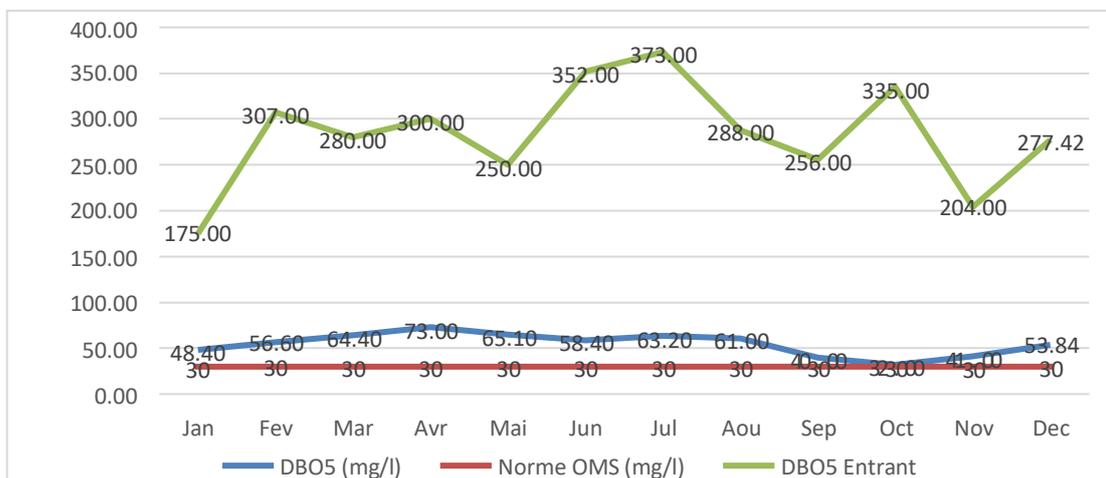
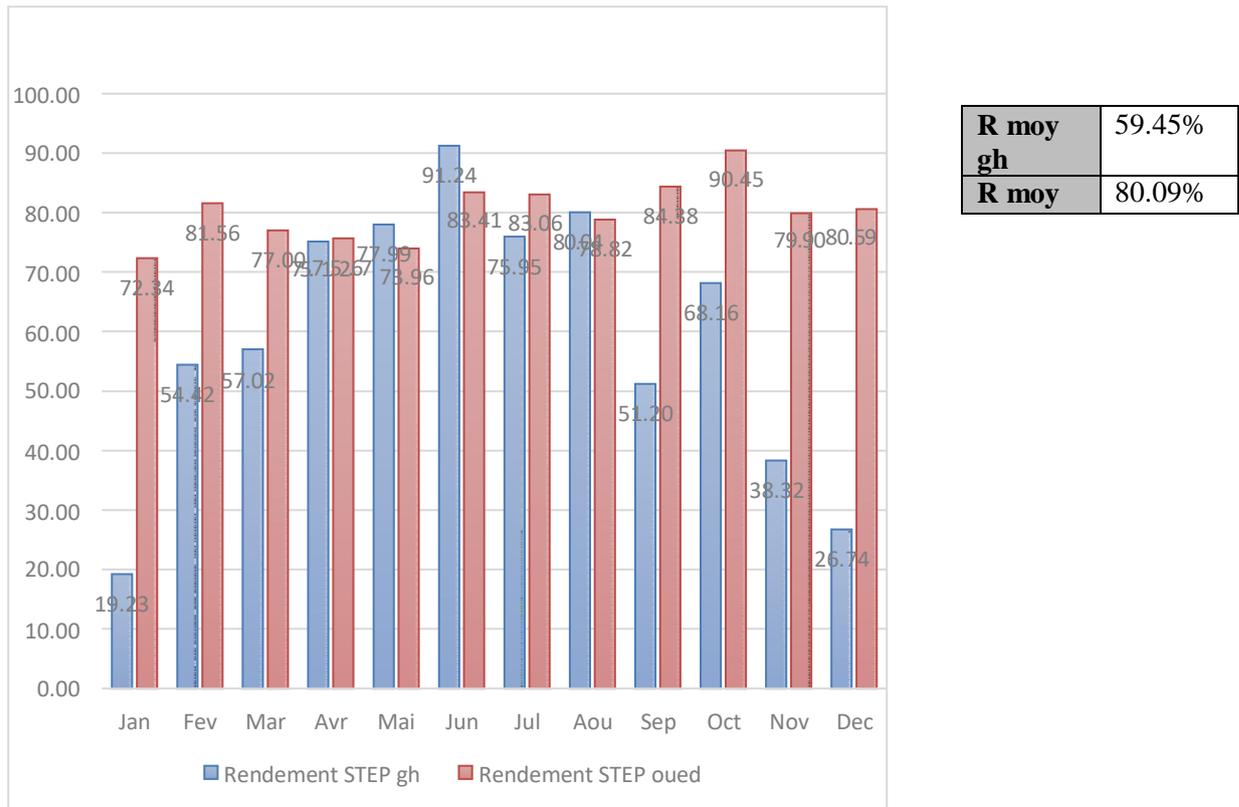


Figure 54 histogramme des rendement DBO5 des deux stations.



**Interprétation des résultats**

On remarque que la station de Ghardaïa montre un graphe DBO5 Entrant qui variée entre 68 et 142.3 (mg/l) qui sont relativement des charges faibles concentration sauf le mois de juin qui atteint les 262.50 (mg/l) ; ou devient une concentration importante. Et un graphe DBO5 sortant qui variée entre 23 et 63 mg/l qui confirment les normes de rejet les mois de mai, juin, septembre et octobre. Pendant les mois précédent la station enregistre des températures qui variée entre 20C° et 28C° qui sont favorable pour le milieu micro-organisme. À l’opposant de reste les mois de l’année la station enregistre des températures qui variée entre 12C° et 17C° qui sont relativement des mois froids. *(Voir l’annexe 2)*

Les faibles concentrations en amont de la station rendre les eaux usées pauvre on matière micro-organisme vivante ce qui empêche le bon fonctionnement des lagunes a l’exception de mois de juin ou la station preuve des performances très élevée et un rendement arrive à 91.24%.

La STEP L’OUED mesure des valeur DBO5 Entrant varie entre 176 ; 373 (mg/l) et des DBO5 Sortant variée entre (73 ; 32 mg/l) qui trace un graphe s’aligne autour de la ligne de norme de rejet.

La STEP L’OUED montre un abattement important de la charge polluante. Qui traduit par des rendement stable et élevés pendant tout l’année avec R moy 80.09%. Par contre la STEP Ghardaïa montre des rendements perturbés avec un rendement moyenne annuel 59.45%.

3- Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Tableau 17 résultat DCO STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
DCO (mg/l)	79.20	184.50	155.00	307.00	192.50	329.00	257.50	229.50	149.00	147.50	139.50	175.00
DCO (mg/l)	53.40	78.90	65.00	116.50	113.00	60.45	116.50	128.00	61.55	83.10	87.80	100.30
R%	32.58	57.24	58.06	62.05	41.30	81.63	54.76	44.23	58.69	43.66	37.06	42.69

Tableau 18 résultat DCO STEP L'oued.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
DCO (mg/l)	611.00	717.00	635.00	674.00	544.00	586.00	554.00	566.00	573.00	584.00	625.00	601.58
DCO (mg/l)	139.00	141.00	147.00	135.00	120.70	110.00	141.00	116.00	123.00	154.00	158.00	137.89
R%	77.25	80.33	76.85	79.97	77.81	81.23	74.55	79.51	78.53	73.63	74.72	77.08

Figure 55: courbe de variation DCO STEP Ghardaïa.

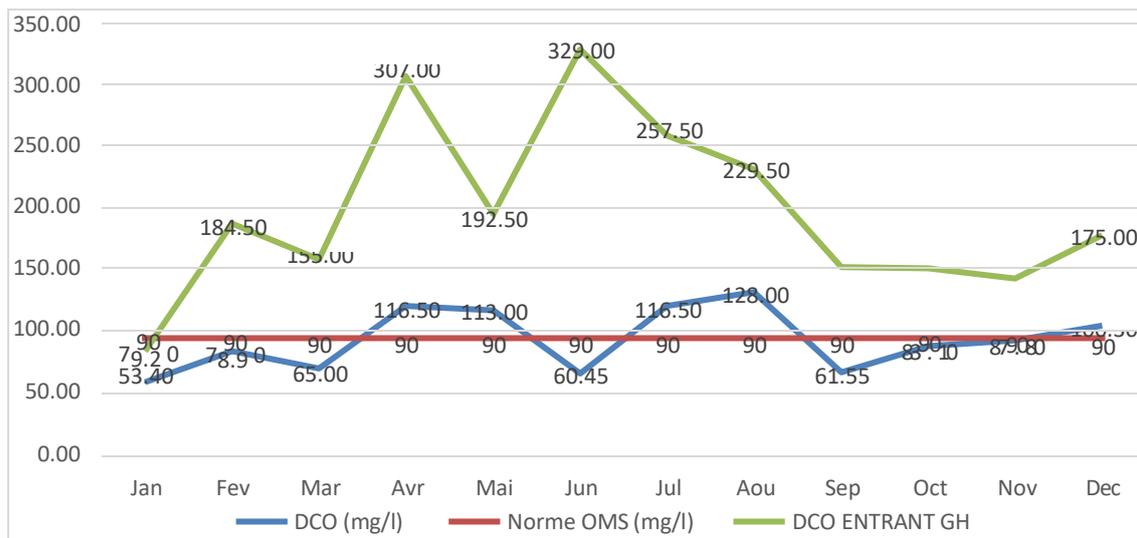


Figure 56 : courbe de variation DCO STEP L'oued.

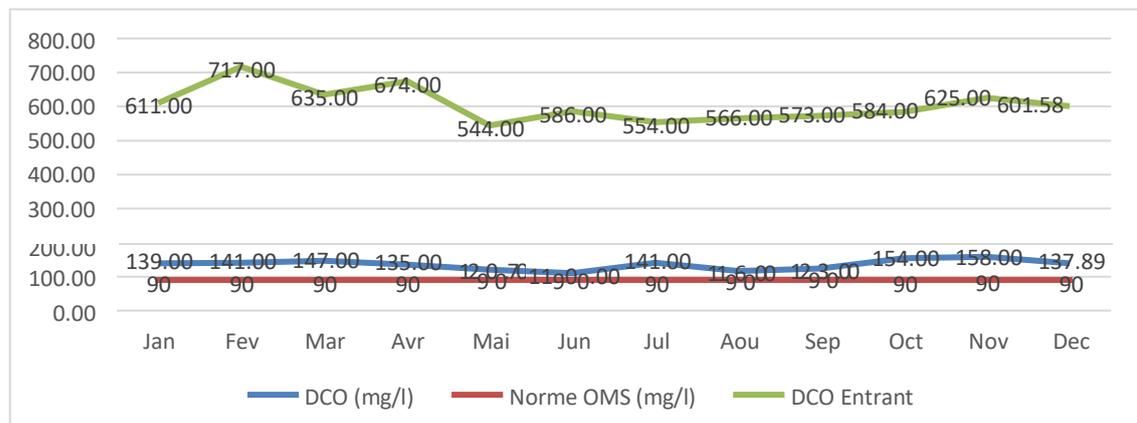
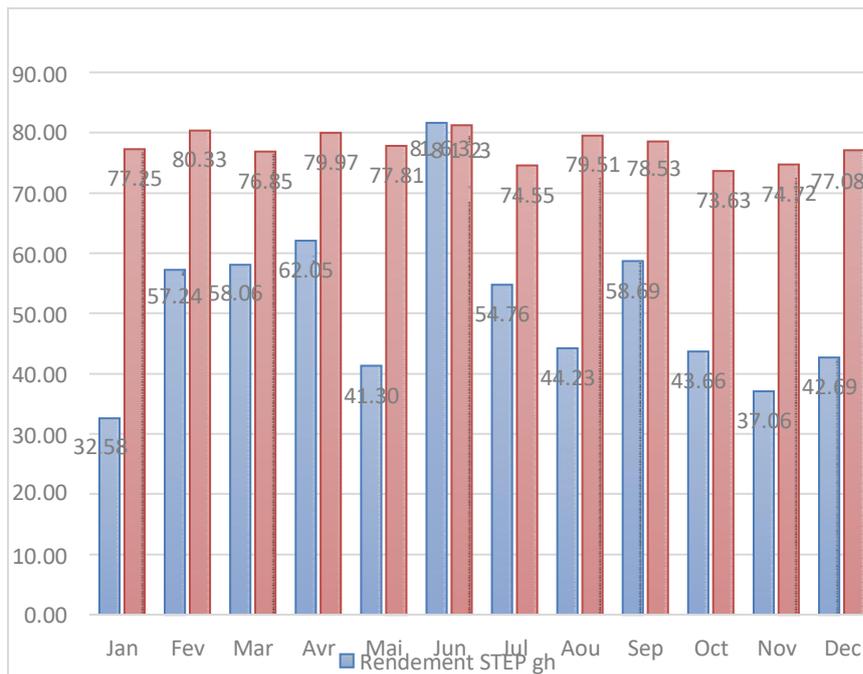


Figure 57 : histogramme des rendement DCO des deux stations.



<b>R moy gh</b>	51.16%
<b>R moy</b>	77.62%

**Interprétation des résultats**

La STEP Ghardaïa montre un graphe de DCO Entrant qui variée entre 79.2 -257.5 (mg/l) et sortant qui varie entre 53.24 et 128 (mg/l) avec DCO sortant moy = 88.71mg/l qui conforme à la norme de rejet.

On constate des valeurs DCO entrant et sortant très proche indique une faible diminution. Cela peut être explique par L'absence de la quantité suffisante d'oxygène dans le milieu qui entraine une mauvaise oxydation.

D'autre part la station l'OUED montre un graphe DCO Entrant qui variée entre (544-717mg/l) et DCO sortant qui variée entre (120- 156mg/l). Ce dernier trace une ligne parallèle très proche au ligne de la norme du rejet.

On observe un intervalle très important entre les valeurs de DCO de l'entré et de la sortie de la station. (**Figure 57**). Cette diminution est causée par l'intervention des aérateurs mécaniques qui fournit de l'oxygène au milieu. Provoquant une forte oxydation.

La STEP l'OUED des rendements importants et stables sur les 12 mois de l'année avec un rendement annuel moyenne 75%.par contre LA STEP GHARDAIA obtient des rendements faibles perturbés avec un rendement annuel 51.16%.

4- Matière en suspension (MES)

Tableau 19 : résultat MES STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
MES (mg/l)	79.00	151.50	77.00	79.75	99.00	68.00	82.00	63.67	61.00	79.50	90.50	89.50
MES (mg/l)	40.75	92.00	59.00	65.75	117.00	78.00	107.00	64.00	54.00	69.00	80.50	58.50
R%	48.42	39.27	23.38	17.55	-18.18	-14.71	-30.49	-0.52	11.48	13.21	11.05	34.64

Tableau 20 : résultat MES STEP L'oued.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
MES (mg/l)	180.00	203.00	259.00	310.00	180.00	174.00	217.00	173.00	336.00	131.00	190.00	204.42
MES (mg/l)	65.20	79.90	71.10	48.10	34.00	49.20	54.50	28.00	40.00	24.00	25.00	44.92
R%	63.78	60.64	72.55	84.48	81.11	71.72	74.88	83.82	88.10	81.68	86.84	78.03

Figure 58 : courbe de variation MES STEP Ghardaïa.

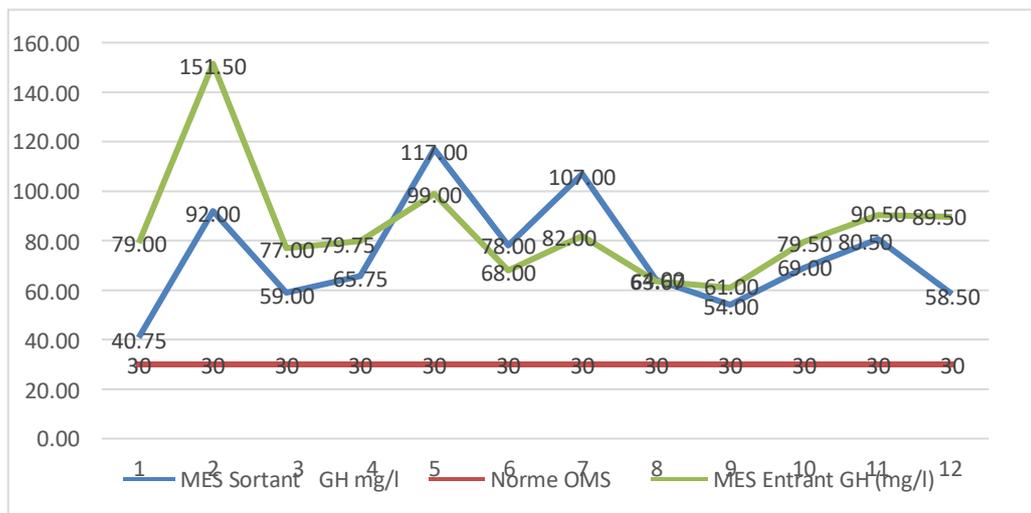


Figure 59 : courbe de variation MES STEP L'oued.

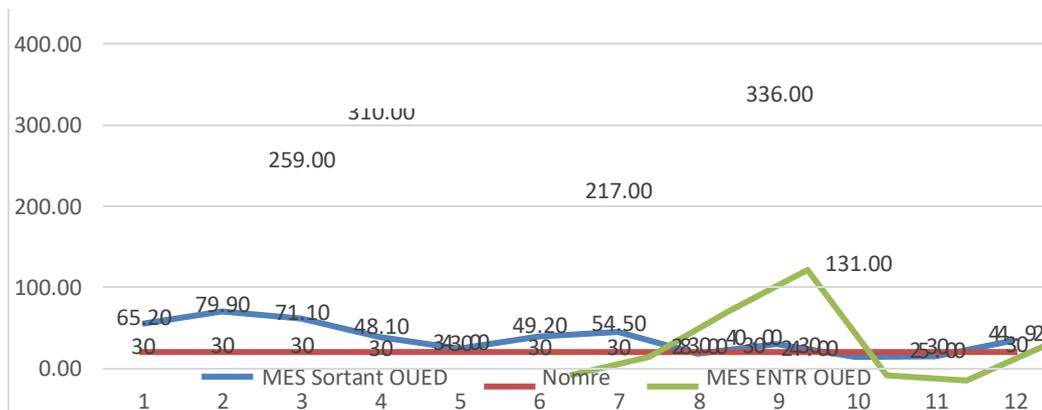
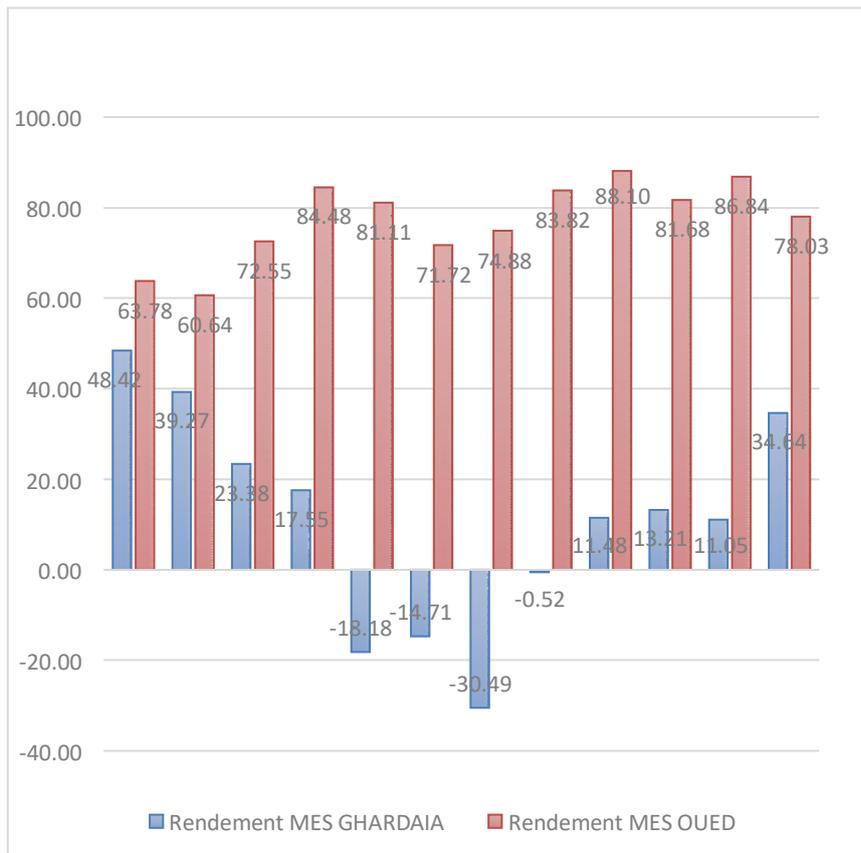


Figure 60 : histogramme des rendements MES des deux stations.



<b>R moy gh</b>	11.26%
<b>R moy</b>	77.30%

**Interprétation des résultats**

La STEP Ghardaïa montre une déstabilisation au niveau des résultats obtenu à l’entrée qui varie entre 241.75 (mg/l) valeur max et 54.0 (mg/l) valeur minimum.

Les valeurs MES sortie varient entre 40.75 et 89.5 (mg/l) ce qui donne une moyenne annuelle de 71.92 (mg/l). Ces chiffres sont au-dessus de Norme de rejet. (Figure 59)

D’après le graphe les valeurs légèrement augmentent à la sortie de la station est due à la prolifération d’algues qui se sont développées dans les bassins.

La STEP d’OUED : mesure des valeurs MES Entrant varient entre 131 et 336 (mg/l) et MES Sortant varient entre 79.9 et 24 (mg/l).

On remarque un grand intervalle entre le graphe de l’amont et l’aval de la station (Figure 60) peut être expliqué par bon fonctionnement des bassins de décantation à la fin de la filière de traitement. Ce qui permet à la STEP de donner des résultats MES Sortant qui s’alignent au tour de ligne de norme de rejet.

On constate des rendements stables et très élevés avec un rendement moyen annuel de 77.30% par rapport à la STEP GHARDAIA qui obtient un rendement moyen annuel de 14.97 %

5- Oxygène dissous (O<sub>2</sub> dissous)

Tableau 21 : résultat O2 DISSOUS STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
O <sub>2</sub> (mg/l)	1.68	1.59	1.32	1.06	0.53	0.22	0.30	0.23	0.69	0.15	0.09	0.09
O <sub>2</sub> (mg/l)	1.71	1.65	1.34	1.06	0.67	0.41	0.36	0.24	0.71	0.16	0.10	0.10
R%	1.56	3.36	1.23	0.47	20.90	45.84	16.25	6.90	2.95	5.79	5.37	9.68

Tableau 22 : résultat O2 DISSOUS STEP L'oued.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
O <sub>2</sub> (mg/l)	0.77	0.86	0.51	0.40	0.40	0.20	0.16	0.20	0.11	0.22	0.13	0.30
O <sub>2</sub> (mg/l)	7.15	6.47	5.99	5.10	5.00	4.10	3.80	4.30	5.30	6.20	5.50	5.30
R%	89.23	86.71	91.49	92.16	92.00	95.12	95.79	95.35	97.92	96.45	97.64	94.34

Figure 61 : courbe de variation O2 DISSOUS STEP Ghardaïa.

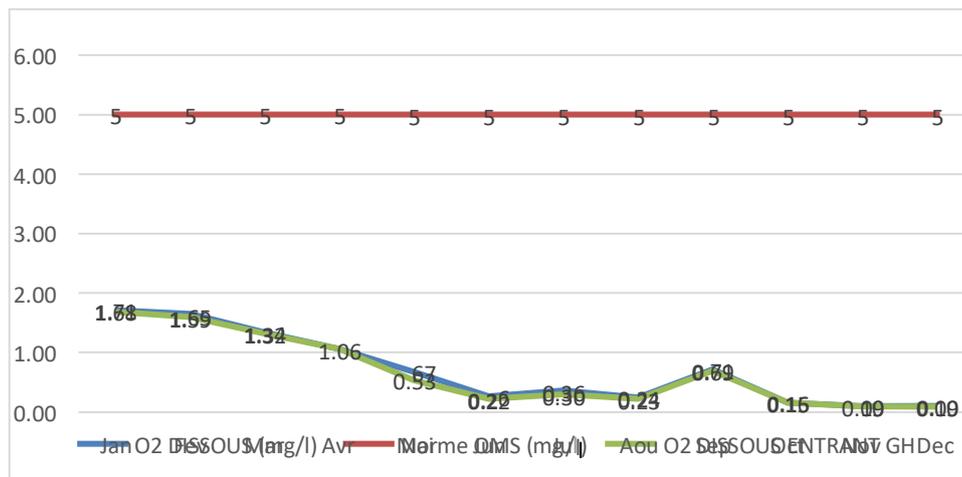


Figure 62 : courbe de variation O2 DISSOUS STEP L'oued.

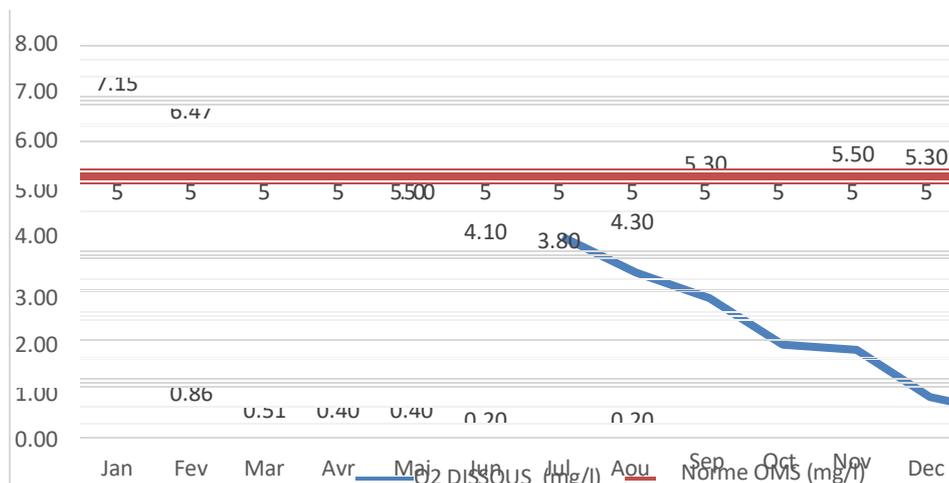
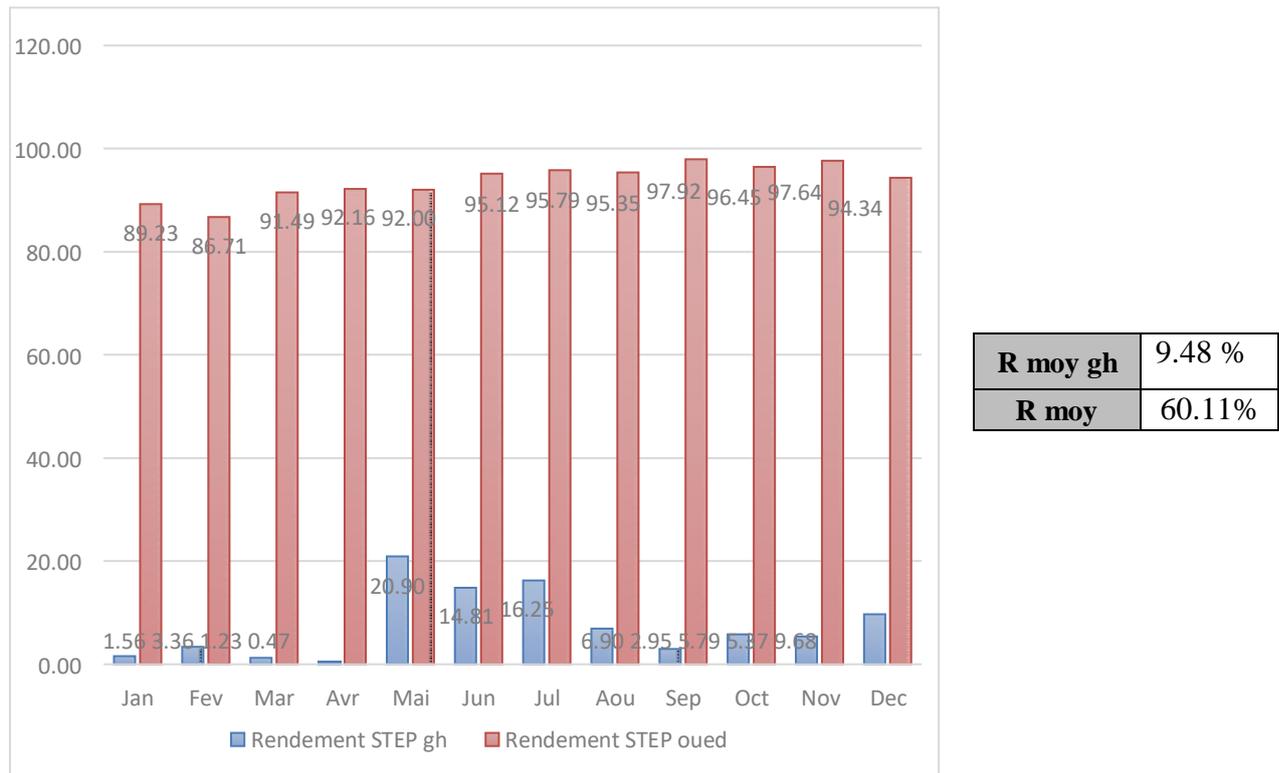


Figure 63 : histogramme des rendements O2 DISSOUS des deux stations.



**Interprétation des résultats**

La station Ghardaïa

D’après la figure l’o2 dissous pour l’eau brute varie entre 1.69 et 0.09 (mg/l) et pour l’o2 dissous de l’eaux épurée varie entre 1.66 et 0.10 (mg/l) la totalité de deux graphes prendre les mêmes valeurs. (Figure 62) ce qui donne un rendement très faible.

La station Ghardaïa qui procède au lagunage naturel qui est liée directe à la condition climatique de milieu ; température et pression atmosphérique qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l’oxygène. et aussi l’action du vent qui entraine un brassage d’eau

La station L’Oued

Les variation d’o2 dissous pour les eaux brutes varie entre 0.11 et 0.77 (mg/l) et pour les eaux épurées varie entre 7.15 et 6.00 (mg/l) qui correspond aux normes de rejet.

En remarque une augmentation d’o2 dissous importante pour les eaux épurées. (Figure 63) et cela due à l’apport artificiel d’oxygène par des aérateurs mécanique installé dans les bassins d’aération et la photosynthétique des algues.

On constate des rendements très élevé avec un R moy 60.11%. par apport a la STEP GHARDAIA

Qui mesure un rendement moy 9.48 %

6- Conductivité électrique

Tableau 23 : résultat conductivité électrique STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
condu (ms/cm)	3.28	3.16	3.36	3.26	3.62	3.95	3.85	3.94	3.87	3.80	3.51	3.26
C (ms/cm)	3.14	3.02	3.29	3.13	3.74	4.15	3.99	4.08	3.78	3.63	3.37	3.14
R%	4.30	4.57	2.10	4.14	-3.36	-5.09	-3.54	-3.52	2.22	4.45	4.11	3.57

Tableau 24 : résultat conductivité électrique STEP L'oued.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
condu (ms/cm)	6.05	6.27	5.37	5.80	5.42	5.23	5.37	5.55	5.38	5.28	5.90	6.00
C (ms/cm)	5.70	5.81	5.31	5.50	5.35	5.11	5.28	5.39	5.37	5.06	5.78	5.88
R%	5.79	7.34	1.12	5.17	1.29	2.29	1.68	2.88	0.19	4.17	2.03	2.00

Figure 64 : courbe de variation conductivité électrique STEP Ghardaïa.

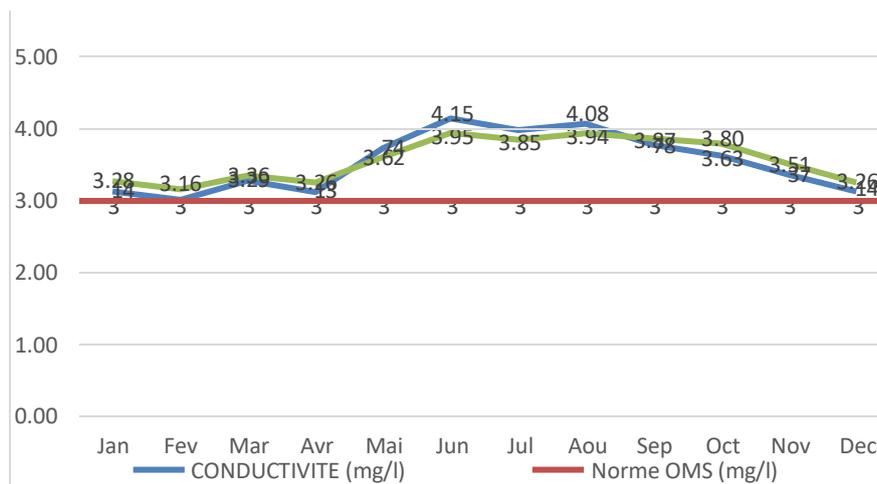


Figure 65 : courbe de variation conductivité électrique STEP L'oued.

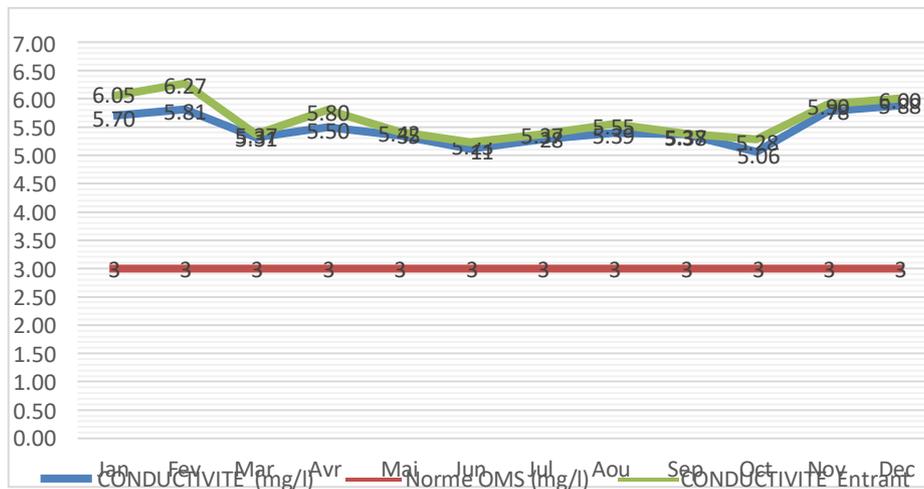
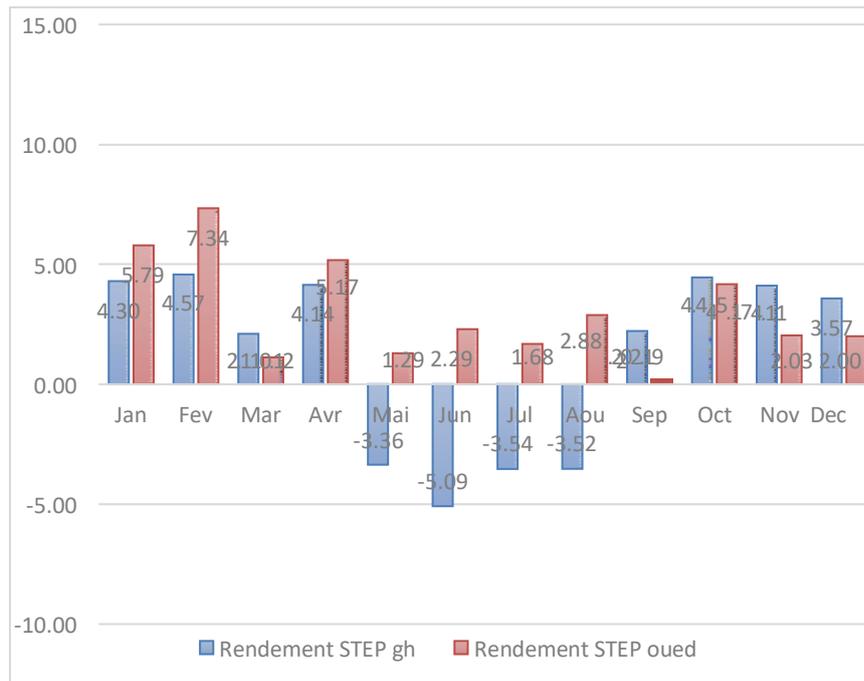


Figure 66 : histogramme des rendements CONDUCTIVITE des deux stations.



<b>R moy gh</b>	1.16 %
<b>R moy</b>	2.12%

**Interprétation des résultats**

La station Ghardaïa

La figure 66 montre la variation des mesures de conductivité électrique pour les eaux brute entre 3.16 et 3.95 us/cm. Et les eaux épurées varient entre 3.14 et 4.15us/cm

On remarque une augmentation CE dans les mois : mai juin et juillet et aout et est due peut-être à la suractivité bactérienne qui fait minéraliser la matière organique en eau et sel minéraux sous le fait de la température optimal

La diminution de CE pendant les reste les mois de l’année est expliqué par la décantation des sel minéraux au niveau des bassin.

Ces mesures sont au-dessus les normes de rejet.

La station el-oued

La figure 67 montre la variation des mesures de conductivité électrique pour les eaux brute entre 5.11et 6.05us/cm. Et les eaux épurées varient entre 5.23 et 5.88 us/cm.

Ces valeurs caractériser par un degré de minéralisation élève ceux-ci pourraient être expliquer par l’utilisation des eaux de la nappe phréatique donc sont au-dessus de la norme de rejet

On remarque que le graphe CE entrant et sortant sont très proche indiquer une stabilité des résultats mesurées pendant les mois de l’année.

On constate un rendement moyenne annuelle 2.12%. Par apport à la STEP GHARDAIA

Qui mesure un rendement moy 1.16 %

7- Température

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T C°	14.87	15.71	17.79	20.66	25.80	27.90	29.83	29.33	28.39	26.76	19.73	16.68
T C°	14.32	15.86	17.79	20.24	24.72	27.36	28.83	29.11	28.25	26.62	19.86	15.72

Tableau 25 : résultat température STEP Ghardaïa.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T C°	9.03	11.45	14.35	19.50	26.00	30.00	30.00	28.50	26.30	21.28	15.65	5.63
T C°	8.75	10.80	13.90	18.70	25.00	29.00	29.00	27.50	24.78	19.95	13.36	5.55

Tableau 26 : résultat température STEP L'oued.

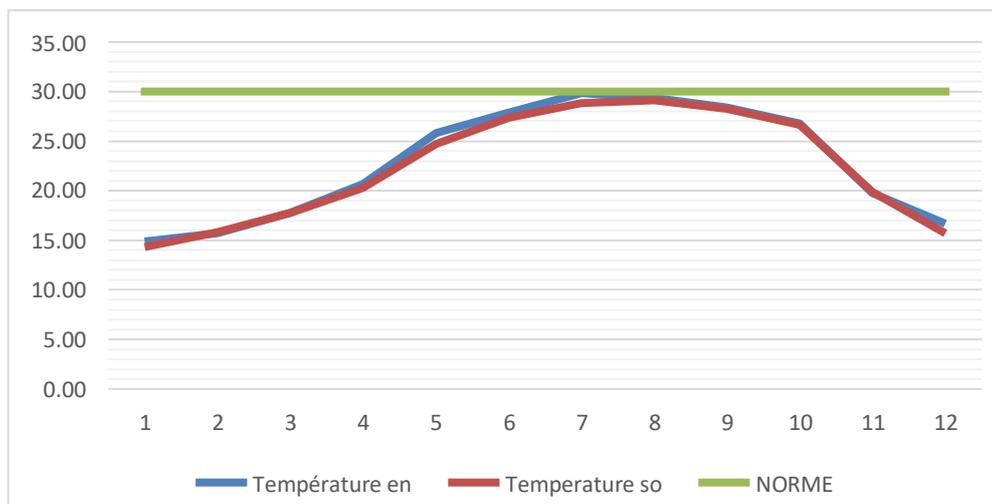


Figure 67 : courbe de variation température STEP Ghardaïa.

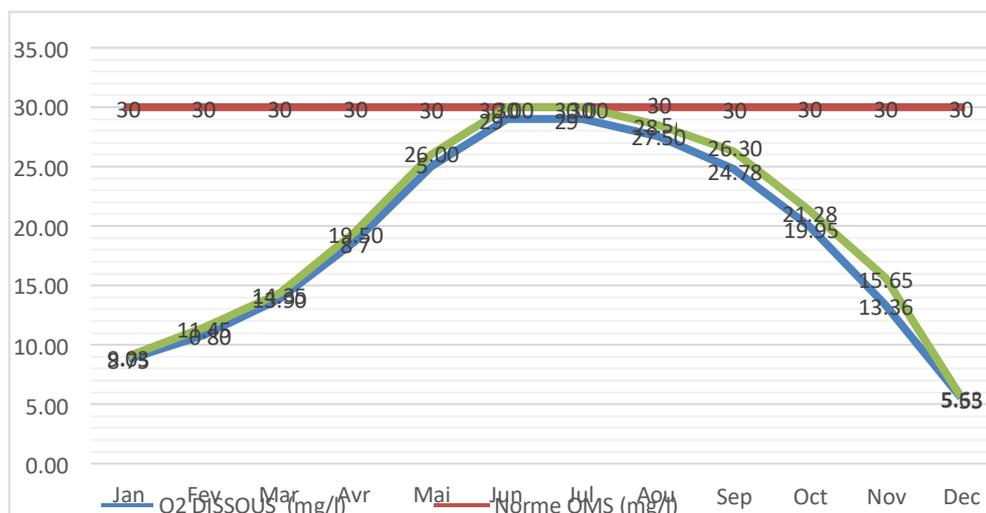


Figure 68 : courbe de variation température STEP L'oued.

**Interprétation des résultats**

D’après les deux graphes On constate que la température des eaux épurées la plus élevée mesurer en été (28-29 c°) pour la station GHARDAIA Et EL-OUED respectivement et là plus baisse en hiver (14.32-8c°). Ces températures correspondent aux normes de rejet.

Les résultats durant l’année offrent un milieu favorable pour développement le micro-organisme.

La solubilité des gaz et la dissociions des sels

La température des eaux a une forte relation avec les conditions climatiques locale.

**8- Potentiel hydrogène (PH)**

*Tableau 27 : résultat PH STEP Ghardaïa.*

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Entrée	8.30	7.79	7.88	7.98	7.95	7.79	7.99	7.87	7.88	7.98	7.88	7.77
Sortie	8.40	8.50	8.44	8.36	8.25	8.23	8.23	8.14	8.21	8.23	8.18	8.09
R%	-4.13	-9.12	-7.02	-4.83	-3.79	-5.67	-3.11	-3.52	-4.09	-3.15	-3.86	-4.15

*Tableau 28 : résultat PH STEP L’oued.*

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Entrée	8.31	8.03	8.03	7.53	7.62	7.67	7.34	6.72	7.96	6.79	6.93	6.97
Sortie	8.27	8.23	8.23	7.87	7.89	8.03	7.71	7.02	8.19	6.98	7.03	6.90
R%	0.48	-2.49	-2.49	-4.52	-3.54	-4.69	-5.04	-4.46	-2.89	-2.80	-1.44	1.00

*Figure 69 : courbe de variation PH STEP Ghardaïa.*

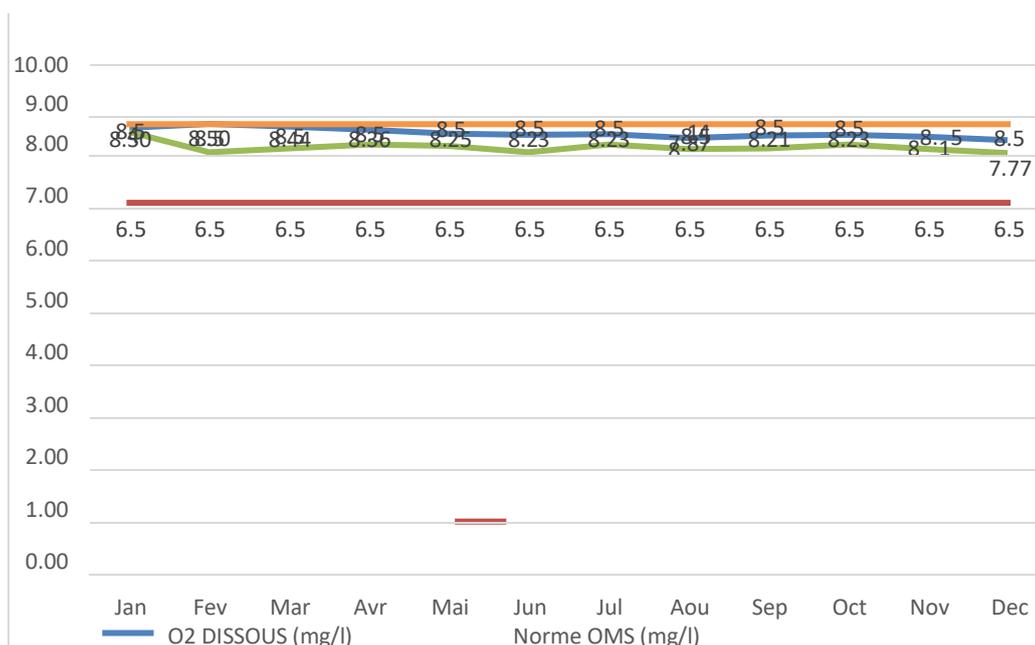
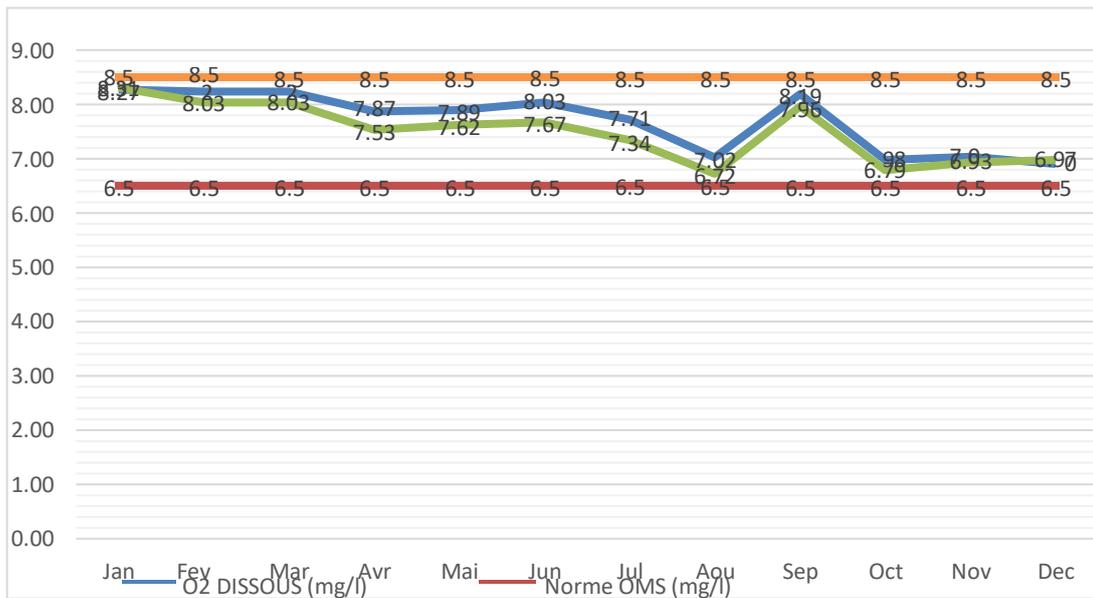


Figure 70 : courbe de variation PH STEP L'oued.



**Interprétation des résultats**

Le PH détermine l'acidité et l'alcanité du milieu naturelle. D'après les deux graphes on constate que :

Le PH oscille entre (7.09-8.4) pour les eaux usées STEP GHARDAIA et PH oscille entre (6.9-8.27) pour les eaux usées STEP EL-OUED. Ces résultats constituent un milieu favorable pour l'activité bactérienne.

Le PH oscille entre (7.09-8.4) pour les eaux épurés STEP GHARDAIA et PH oscille entre (6.9-8.27) pour les eaux épurés STEP EL-OUED. Ces résultats conformes aux normes du rejet.

Le PH au-dessous 6.5 et au-dessus 8.5 affecte le micro-organisme.

**9- Azote totale (NT)**

Tableau 29 : résultat NT STEP Ghardaïa.

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
NT entree	120.3	125	91.5	92.7	76.4	65	29.6	35.5	30	66.1	74.5	81.2
NT sortie	133.4	134	93.3	98.6	81.6	83.2	36.3	39.5	33.1	78.1	79.4	88.6
R %	-9.82	-6.72	-1.93	-5.98	-6.37	-21.88	-18.46	-10.13	-9.37	-15.36	-6.17	-27.98

Tableau 30 : résultat NT STEP L'oued.

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
NT EN	106.00	67.00	66.10	72.70	67.80	72.10	113.00	100.00	96.00	156.00	168.00	70.20
NT SOR	90.00	57.30	63.00	58.20	56.10	56.70	98.00	87.30	86.00	134.00	123.00	54.40
R %	13.33	16.93	4.92	72.27	20.86	27.16	15.31	14.55	11.63	16.42	36.59	29.04

Figure 71 : courbe de variation NT STEP Ghardaia.

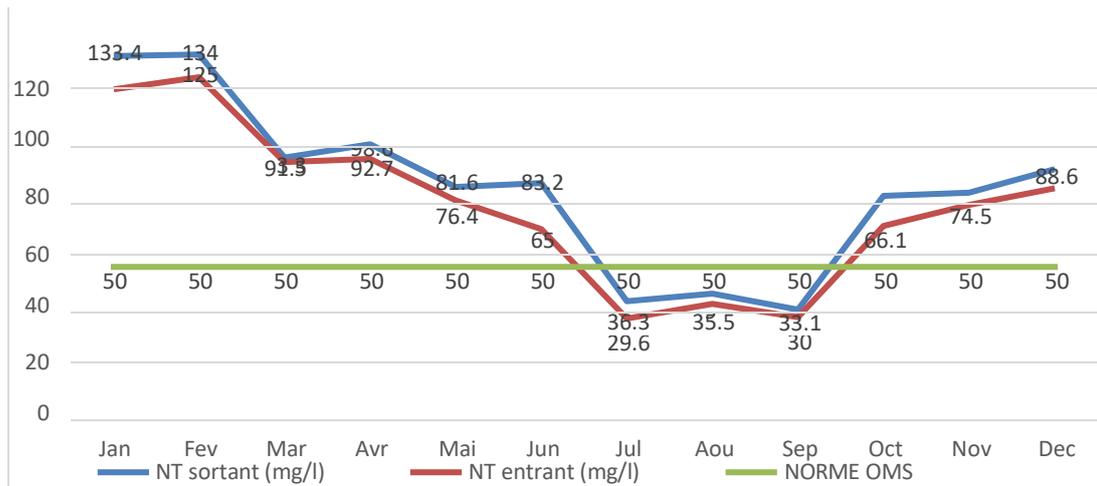


Figure 72: courbe de variation NT STEP L'oued.

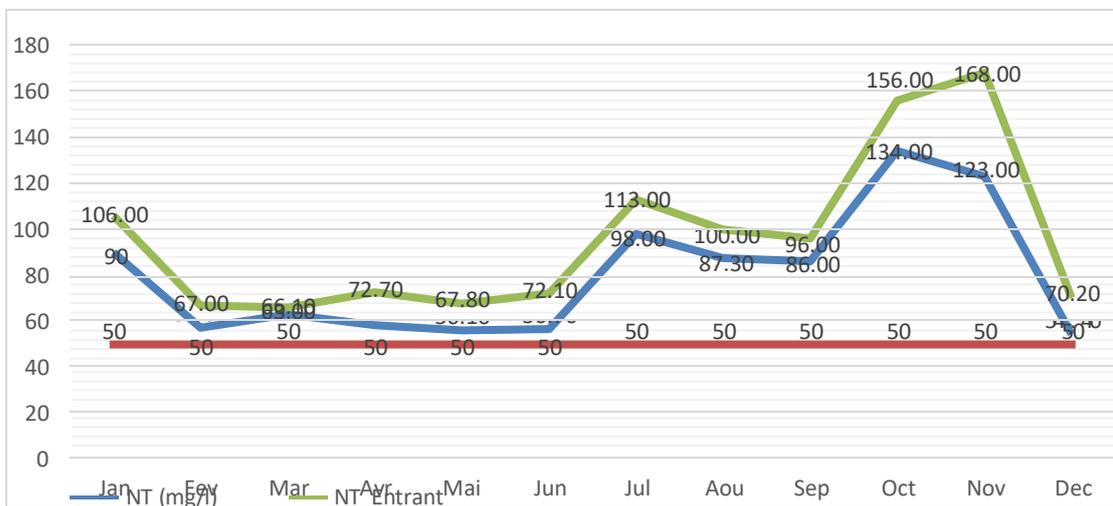
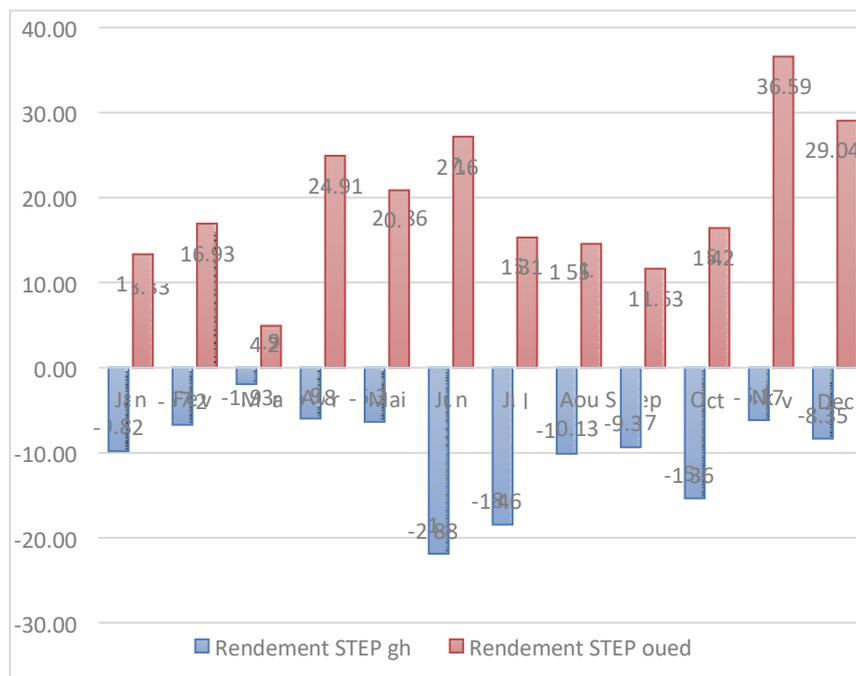


Figure 73 : histogramme comparatif des rendements NT entre les deux stations.



<b>R moy gh</b>	-10.04%.
<b>R moy</b>	19.30%

### Interprétation des résultats

Azote totale correspondant à l'azote organique (N org) et ammoniacal  $\text{NH}_4^+$  et aux formes minérales oxydées de l'azote nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).

Les eaux usées domestique dont quelle contienne la principale source d'azote qui est urinaire.

La STEP Ghardaïa montre un graphe de NT Entrant qui variée entre 120.3-30.1mg/l et sortant qui varie entre 133.433.1mg/l avec NT sortant moy = 81.5mg/l qui ne correspond pas aux normes de rejet.

On constate une augmentation des valeurs sortant. Cela est due à l'augmentation de la pollution azotée qui entraîne d'une manière générale une croissance excessive des algues et plantes dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, d'où une dégradation du milieu aquatique (Phénomène d'eutrophisation).

D'autre part la station l'OUED montre un graphe NT Entrant qui variée entre 168-66.1mg/l et NT sortant qui variée entre 134-54mg/l. NT sortant moy = 79mg/l qui ne correspond pas aux normes de rejet.

On observe une diminution des résultats a la sortie de la station. Cette diminution est due à la dégradation de la matière organique azotée sous l'action des bactéries en forme réduit  $\text{NH}_4^+$  qui constitue élément nitrifiant pour les algues. En suite transformer par l'oxydation en forme nitrate et nitrite.

La STEP l'OUED montre des rendements importants 19.30% contre LA STEP GHARDAIA obtient des rendements rendement annuel -10.04%.

### 10- Phosphore totale (PT)

Tableau 31 : résultat PT STEP Ghardaïa.

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
PT entree	2.91	2.03	3.59	1.95	4.82	2.64	2.13	4.56	2.41	3.65	2.75	2.28
PT sortie	1.88	1.80	3.14	1.42	2.57	1.92	1.92	3.34	1.95	1.85	1.57	1.81
R %	54.79	12.78	14.33	37.32	87.55	37.50	10.94	36.53	23.59	97.30	75.16	25.97

Tableau 32 : résultat PT STEP L'oued.

mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
PT entree	7.80	3.80	7.03	5.51	5.60	4.70	9.38	7.77	7.50	7.69	7.90	5.60
PT sortie	4.37	2.60	4.50	3.59	3.55	2.96	5.25	4.12	4.20	4.67	4.10	4.95
R %	78.49	46.15	56.22	53.48	57.75	58.78	78.67	88.59	78.57	64.67	92.68	13.13

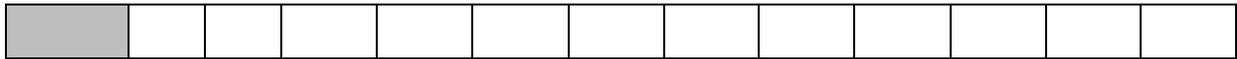


Figure 74 : courbe de variation PT STEP Ghardaïa.

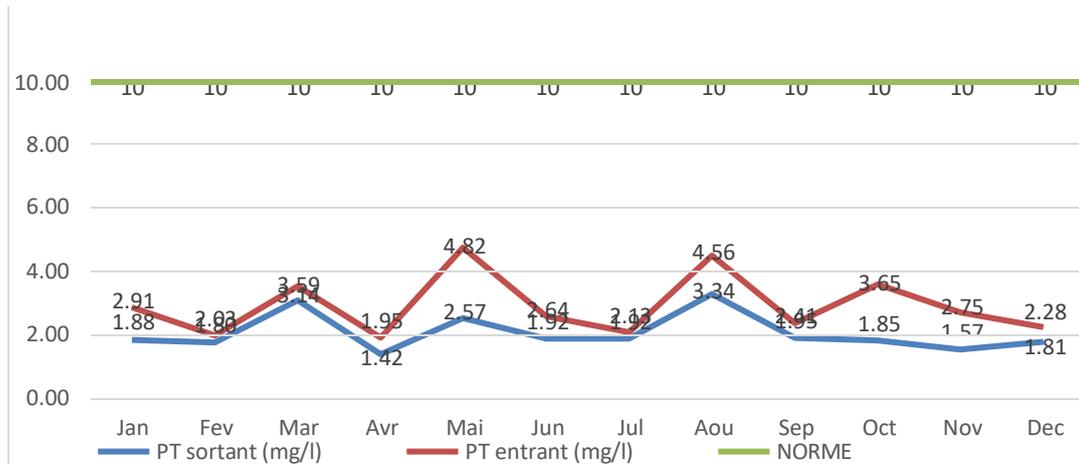


Figure 75: courbe de variation PT STEP L'oued.

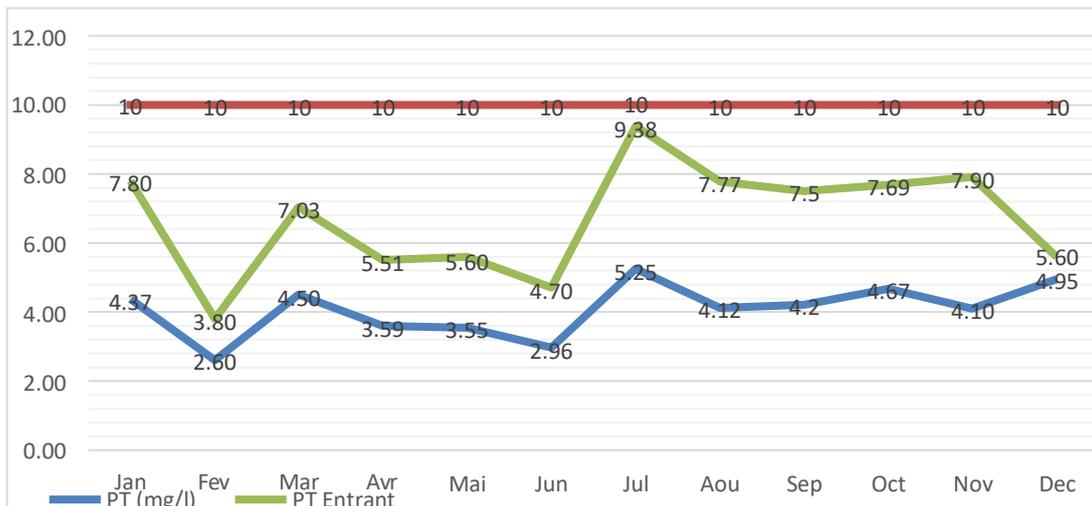
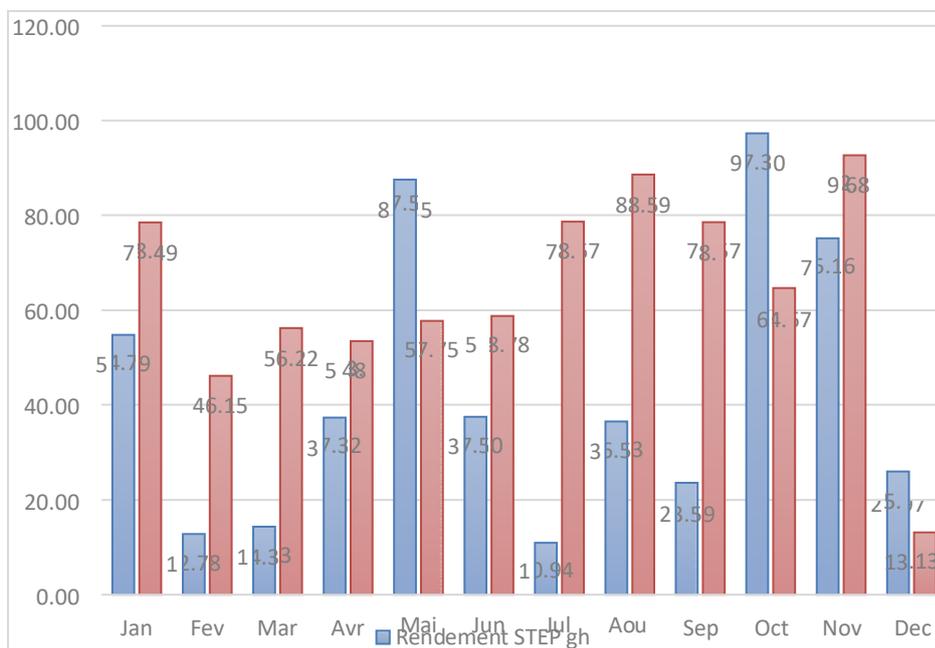


Figure 76 : histogramme comparatif des rendements PT entre les deux stations.



<b>R moy gh</b>	63.93%.
<b>R moy</b>	42.81%

### Interprétation Des Résultats

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et Les additifs contenus dans les détergents du commerce constituent pour les eaux usées domestiques la principale source de phosphore.

La STEP Ghardaïa montre un graphe de PT Entrant qui variée entre 2.05-4.82 mg/l et sortant qui varie entre 1.42- 3.34 mg/l avec PT sortant moy = 2.10 mg/l qui conforme aux normes de rejet.

On constate des valeurs sortant diminution .cela peut être explique par La déphosphatation biologique est basée sur la capacité de certains microorganismes à accumuler le phosphore au-delà de leur besoin métabolique.

Ce métabolisme est connu sous le nom d'EBPR « **Enhanced Biological Phosphate Removal**».

Les microorganismes assurant la dégradation du carbone et de l'azote intègrent du phosphore à leur matériel cellulaire (structure membranaire, ATP et ARN – Acide

Ribonucléique). [30]

D'autre part la station l'OUED montre un graphe PT Entrant qui variée 3.8-9.38 entre mg/l et PT sortant qui variée entre 2.6-5.25 mg/L. PT sortant moy = 4.07 mg/l qui conforme au à norme de rejet.

La STEP l'OUED obtient des rendements 42.81% annuel des rendements LA STEP GHARDAIA obtient des rendements rendement annuel 63.93%.

## PARTIE 02 : ETUDE ECONOMIQUE

### 1- Le cout d'investissement

#### 1-1- STEP EL OUED

Tableau 33 : Les cout d'investissement détaillé STEP OUED

Cout génie civil	1115791058,10 en TTc
Cout VRD voirie et des réseaux divers	57375153,11 en TTc
Cout équipements	362725337,52 en TTc
Cout du terrain	732860637,70 en TTc
+15% somme à valoire	12637,70 en TTc
Cout totale d'investissement	2 700 268 529,13 en TTc

#### 1-2- STEP GHARDAIA

Tableau 34: Les cout d'investissement détaillé STEP Ghardaïa [36]

Cout génie civil	8.42.108	DA
Cout VRD	2.1.108	DA
Cout équipements	25000	DA
Cout du terrain	6.78.107	DA

+15% somme à valoir	<b>1.68.108</b>	<b>DA</b>
<b>Cout totale d'investissement</b>	<b>1 280 000 000</b>	<b>DA</b>

Le cout d'investissement pour lagunage aérée cas station ELOUED très élevée à cause de l'installation des équipements électromécanique (pompe ; armoires électrique ; câblage.....) Qui sont des couts supplémentaires par rapport au lagunage naturelle cas station GHARDAIA qui ne nécessite pas ces équipements.

## 2- Cout d'exploitation

### 2-1- STEP EL OUED

Tableau 35 le cout d'exploitation STEP OUED

FRAIS	Annuelle	La moyenne mensuelle
Frais des personnels	12 010 301,45	1000858,45DA
Cout d'énergie électrique.	13 500 785,80	1125065,48DA
Frais de maintenance	105 880,00	8823,333333DA
Coûts des produits chimiques et traitement	76 076,60	6339,71667DA
Carburants et lubrifiants	807 685,10	67307,0917DA
		<b><u>2208394,08 DA</u></b>

### 2-1- Energie consommé en KW

Tableau 36 énergie consomme en KW STEP OUED (ONA2018 )

Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	TOTAL
257 268	316361	251246	246363	275322	267939	280453	296288	249627	326980	288109	312994	3 368 950

### 2-1- STEP GHARDAIA

La moyenne des frais d'exploitation de la station d'épuration à estimer de **940 000.00 DA** par mois et composé par des frais suivants :

- Frais des personnels
- Cout d'énergie électrique.
- Frais de maintenance et exploitation.
- Cout des produits chimique (ONA2019).

**Interprétation**

« Lagunage aérée » nécessite une grande quantité d'énergie électrique pour le fonctionnement des aérateurs mécaniques. Cette énergie explique le cout de dépense très important et cela présente comme un grand inconvénient.

L'installation des équipements a besoin des entretien et maintenance permanent et aussi des mains d'œuvre qualifier. Cela explique le cout considérable. (*Voir tableau 35 ; 36*)

« Lagunage naturelle » montre un faible cout pour l'ensemble d'exploitation grâce à la simplicité des équipements et le nombre des travailleurs réduit. Cela présente un grand avantage.

**Conclusion**

Les deux procédés adopter par les deux stations d'épuration possède des avantages et des inconvénients après cette étude :

Lagunage aérée prouvé des performances épuratoires important par l'abattement des paramètres suivant : DBO5 80.09% DCO 75% MES 77.3% O2 dissout 92% par apport au lagunage naturelle : DBO5 59.45% DCO 50% MES 14.97% O2 dissout 0%

Lagunage naturelle caractérisé par le cout le plus faible en termes d'investissement et exploitation par apport au lagunage aérée.

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

### CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de notre travail a été d'évaluer les avantages et les inconvénients des procédés d'épurations biologique par lagunage naturelle et aérée a fin déduire la procédure optimale qui convient au climat aride saharien. Lequel appartient les deux régions qui nous avons suivi : STEP de lagunage naturelle représenter par Kahf-doukhan Ghardaïa et lagunage aérée représenter par Kouinin El'oued.

Après avoir examiné la qualité physico-chimique des eaux usée et épurée pour chaque station sur les douze mois de l'année nous avons :

MES : R=77.3% lagunage aérée par apport à 14.97% lagunage naturelle

DBO5 : R=80.09% lagunage aérée par apport à 59.45% lagunage naturelle

DCO : R=75% lagunage aérée par apport à 50% lagunage naturelle

O<sub>2</sub> : R=92% lagunage aérée par apport à 0% lagunage naturelle

NT : R=19.3 lagunage aérée par apport à -10.04 % lagunage naturelle

PT : R=42.81 lagunage aérée par apport à 63.93 % lagunage naturelle

L'abattement de la pollution par lagunage aérée obtient des résultats améliorés par apport au lagunage naturel. traduit par des rendements stables et élevés par rapport au lagunage naturel qui a des rendements perturbé et faible ;

L'apport artificiel de l'oxygène par lagunage aère montre clairement l'augmentation des performances épuratoires par apport au lagunage naturelle.

L'aspect économique apparait comme avantage pour lagunage naturelle présenter par le cout d'investissement ainsi que d'exploitation très réduit par apport au lagunage aère qui nécessite des dépenses additionnelles.

Les résultats obtenus dans ce travail sont similaires à celle obtenue au Maroc la ville d'Errachidia quelle a subit des travaux de réhabilitation qui consistent à la conversion de la station d'un lagunage naturel à un lagunage aéré.

« Le rendement épuratoire a connu une grande amélioration avec la nouvelle technique du lagunage aéré. En effet, ces rendements ont atteint des valeurs de 82%, 83% et 88% respectivement pour la DBO5, DCO et MES » [35]

L'épuration de l'eau usée par le procédé du lagunage reste une solution parfaitement écologique qui protège l'environnement et offre une intégration paysagère

En termes de rentabilité et l'efficacité le lagunage aère est une procéder d'épuration biologique la plus fiable dans les milieux arides

## CONCLUSION GÉNÉRALE

---

### Recommandations

1/ Nous recommandant une alternative pour l'énergie électrique conventionnelle par l'installation d'un mini-projet station énergie solaire renouvelable. Tout en concrétisant les ressources climatiques de la région saharienne. On prendre un exemple de :

#### Centrale photovoltaïque de Oued N'echou (Ghardaïa) :

- Type d'installation : centrale en panneaux photovoltaïques.
- Puissance nominale crête :1100KWc.
- Nombre de panneaux photovoltaïques : environ 5220.
- Tension de sortie : 30KV.
- Energie primaire utilisée : Energie photovoltaïque (lumière du soleil).
- Energie de secours le cas échéant : 160KVA maximum pour le système auxiliaire pendant la nuit ou en absence du soleil.
- La superficie destinée à la centrale : 5 hectares (total du terrain 10 hectares ; seulement la moitié est utilisée pour la centrale photovoltaïque.

#### Montant de réalisation :

*Tableau 37 montant de réalisation en DA et en EURO (SKTM GHARDAIA 2018)*

Génie civil		5 107 191.73 DA
montage		7 660 787.35 DA
formation		8 511 985.95 DA
assurance		680 958.88 DA
tva		18 087 970.13 DA
Equipement étude et mise en service.	5 471 646.57euro	569270109.14 DA
Montant global		609319003.18 DA

La consommation électrique de lagunage aérée est de :

13 500 785,80 DA consommation annuelle \*35 ans = 472 527 503 DA.

Le cout d'investissement n'est pas amortissable complètement mais la station solaire joue un rôle important dans la protection de l'environnement et nous recommandant des études approfondie dans ce sens.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

---

2 nous recommandant un traitement tertiaire : **filtres plantés de roseaux** pour une meilleure protection environnementale et aussi l'exploitation des eaux épurées qui sont produites par des quantités importantes quotidiennement dans les secteurs d'irrigation et industriel .

« l'utilisation des plantes de roseaux pour l'épuration des eaux usées, se fait avec très bons rendements d'épuration ce qui prouve l'efficacité dans ce système dans la réduction de la pollution.

Les eaux épurées sont riches en nitrates et de phosphore, ce qui évite l'achat des engrais, de sorte qu'elles peuvent être utilisées pour l'irrigation des arbres non productifs et palmiers selon les paramètres de la FAO. Ce système de traitement des eaux usées est économique et peut être exploité sans consommation de produits chimiques et c'est aussi une alternative écologique

Le traitement des eaux usées par filtres plantés de roseaux. Économique, l'entretien est réduit par rapport à des « stations d'épuration classiques », et l'installation est économe en énergie. Exploitable dans les climats chauds comme dans les climats froids. Cette technique peut être employée sur une grande partie de la planète. » **[14]**

3/ nous recommandons Une étude détaillée sur le réseau d'assainissement de la Vallée de m'Zâb « Daïa, Ghardaïa, Bounoura, Ben-yesguen, El-Atteuf. » pour déterminer les problèmes actuels. Afin de trouver des solutions et prévoir des travaux de réhabilitation nécessaires pour un fonctionnement correct.

# **ANNEXE**

**ANNEXE****ANNEXE**

*Annexe 1 : résultat global des analyse physico-chimique de la station de l'oued*

Paramètre	Mois	janv-18	févr-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18	juil-18	août-18	sept-18	oct-18	nov-18	déc-18
MES (mg/l)	Entrée	180.00	203.00	259.00	310.00	180.00	174.00	217.00	173.00	336.00	131.00	190.00	204.42
	Sortie	65.20	79.90	71.10	48.10	34.00	49.20	54.50	28.00	40.00	24.00	25.00	44.92
DBO5 (mg/l)	Entrée	175.00	307.00	280.00	300.00	250.00	352.00	373.00	288.00	256.00	335.00	204.00	277.42
	Sortie	48.40	56.60	64.40	73.00	65.10	58.40	63.20	61.00	40.00	32.00	41.00	53.84
DCO (mg/l)	Entrée	611.00	717.00	635.00	674.00	544.00	586.00	554.00	566.00	573.00	584.00	625.00	601.58
	Sortie	139.00	141.00	147.00	135.00	120.70	110.00	141.00	116.00	123.00	154.00	158.00	137.89
NT (mg/l)	Entrée	106.00	67.00	66.10	72.70	67.80	72.10	113.00	100.00	96.00	156.00	168.00	70.20
	Sortie	90.00	57.30	63.00	58.20	56.10	56.70	98.00	87.30	86.00	134.00	123.00	54.40
PT (mg/l)	Entrée	7.80	3.80	7.03	5.51	5.60	4.70	9.38	7.77	7.50	7.69	7.90	5.60
	Sortie	4.37	2.60	4.50	3.59	3.55	2.96	5.25	4.12	4.20	4.67	4.10	4.95
O2 dissous (mg/l)	Entrée	0.77	0.86	0.51	0.40	0.40	0.20	0.16	0.20	0.11	0.22	0.13	0.30
	Sortie	7.15	6.47	5.99	5.10	5.00	4.10	3.80	4.30	5.30	6.20	5.50	5.30
Conductivité (ms/cm)	Entrée	6.05	6.27	5.37	5.80	5.42	5.23	5.37	5.55	5.38	5.28	5.90	6.00
	Sortie	5.70	5.81	5.31	5.50	5.35	5.11	5.28	5.39	5.37	5.06	5.78	5.88
T (C°)	Entrée	9.03	11.45	14.35	19.50	26.00	30.00	30.00	28.50	26.30	21.28	15.65	5.63
	Sortie	8.75	10.80	13.90	18.70	25.00	29.00	29.00	27.50	24.78	19.95	13.36	5.55
PH	Entrée	8.31	8.03	8.03	7.53	7.62	7.67	7.34	6.72	7.96	6.79	6.93	6.97
	Sortie	8.27	8.23	8.23	7.87	7.89	8.03	7.71	7.02	8.19	6.98	7.03	6.90

**ANNEXE***Annexe 2 : résultat global des analyse physico-chimique de la station de Ghardaïa*

Paramètre	Mois	janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19	oct-19	nov-19	déc-19	moy annuel
MES (mg/l)	Entrée	79	171.5	59	241.75	149	68	167	63.67	54	69	80.5	68.5	105.91
	Sortie	40.75	52	77	65.75	99	72	82	64	61	79.5	80.5	89.5	71.92
DBO5 (mg/l)	Entrée	68	107.5	121	151.75	129.5	262.5	90.5	83	142.3	100.5	107	114.67	123.19
	Sortie	63	49	52	37.75	28.5	23	31.5	40.5	28.4	32	66	60.33	42.67
DCO (mg/l)	Entrée	79.2	184.5	155	307	192.5	329	257.5	229.5	149	147.5	139.5	175	195.43
	Sortie	53.4	78.9	65	116.5	113	60.45	116.5	128	61.55	83.1	87.8	100.3	88.71
NT (mg/l)	Entrée	120.3	125	91.5	92.7	76.4	65	29.6	35.5	30	66.1	74.5	81.2	73.98
	Sortie	133.4	134	93.3	98.6	81.6	83.2	36.3	39.5	33.1	78.1	79.4	88.6	81.59
PT (mg/l)	Entrée	2.91	2.03	3.59	1.95	4.82	2.64	2.13	4.56	2.41	3.65	2.75	2.28	2.98
	Sortie	1.88	1.8	3.14	1.42	2.57	1.92	1.92	3.34	1.95	1.85	1.57	1.81	2.10
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	Entrée	1.68	1.59	1.32	1.06	0.53	0.22	0.3	0.23	0.69	0.15	0.09	0.09	0.66
	Sortie	1.71	1.65	1.34	1.06	0.67	0.41	0.36	0.24	0.71	0.16	0.1	0.1	0.71
Conductivité (ms/cm)	Entrée	3.28	3.16	3.36	3.26	3.62	3.95	3.92	3.94	3.87	3.8	3.51	3.26	3.58
	Sortie	3.14	3.02	3.29	3.13	3.74	4.15	3.99	3.81	3.78	3.63	3.37	3.14	3.52
T (C°)	Entrée	14.87	15.71	17.79	20.66	25.80	27.90	29.83	29.33	28.39	26.76	19.73	16.68	22.79
	Sortie	14.32	15.86	17.79	20.24	24.72	27.36	28.83	29.11	28.25	26.62	19.86	15.72	22.39
PH	Entrée	8.3	7.79	7.88	7.98	7.95	7.79	7.99	7.87	7.88	7.98	7.88	7.77	7.92
	Sortie	8.4	8.5	8.44	8.36	8.25	8.23	8.23	8.14	8.21	8.23	8.18	8.09	8.27

**ANNEXE**

---

*Annexe 3 : Superficie de la Wilaya [5]*

Communes	Superficies (Km <sup>2</sup> )
Ghardaïa	306,47
El-Ménéa	23920,68
Daya	2234,94
Berriane	2609,80
Metlili	5010,12
Guerrara	3382,27
El-Atteuf	717,01
Zelfana	1946,23
Sebseb	4366,82
Bounoura	778,92
Hassi-El-F'hel	6875,39
Hassi-El-Gara	27698,92
Mansoura	4812,55
Total	84660,12

**ANNEXE***Annexe 4 : Température, humidité, et vent mensuelle de la wilaya de GHARDAIA.[31]*

MOIS	<u>01-</u> <u>19</u>	02- 19	<u>03-</u> <u>19</u>	<u>04-</u> <u>19</u>	05- 19	<u>06-</u> <u>19</u>	<u>07-</u> <u>19</u>	08- 19	<u>09-</u> <u>19</u>	<u>10-</u> <u>19</u>	11- 19	<u>12-</u> <u>19</u>
T moy	12°	13°	17°	23°	27°	34°	36°	35°	31°	23°	16°	15°
T max	16°	17°	22°	27°	31°	40°	41°	40°	36°	28°	21°	20°
T min	8°	9°	13°	18°	22°	28°	30°	30°	26°	19°	12°	9°
Tmax record	19°	22°	26°	36°	38°	44°	46°	44°	40°	36°	29°	23°
T min record	11°	13°	17°	23°	26°	31°	34°	35°	29°	25°	19°	13°
V du vent	22k m/h	22k m/h	23k m/h	24k m/h	22k m/h	25k m/h	19k m/h	17k m/h	20k m/h	16k m/h	23k m/h	23k m/h
T du vent	8°	9°	15°	21°	25°	32°	34°	34°	30°	22°	14°	11°
Préci Moy/J	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	0mm
Humidité	47%	43%	38%	30%	29%	18%	18%	23%	32%	40%	44%	48%

**ANNEXE**

Annexe 5 : les eaux usées et épurés ; Taux d'utilisation STEP Ghardaïa.

Moi	Eau brut TOTAL m <sup>3</sup> /moi	Eau épuré TOTAL m <sup>3</sup> /moi	Débit épuré m <sup>3</sup> /j	Taux D'utilisation Des Capacités Installées
Janvier	743 941.00	740 720.00	23894.19	35.99
Février	735 213.00	734 917.00	26247.04	39.53
Mars	708 425.00	696 493.00	22467.52	33.84
Avril	723 250.00	711 493.00	23716.43	35.72
Mai	708 226.00	672 814.00	21703.68	32.69
Juin	715 208.00	709 120.00	23637.33	35.60
Juillet	692 538.00	665 991.00	21483.58	32.36
Août	721 422.00	703 488.00	22693.16	34.18
Septembre	661 861.00	660 005.00	22000.17	33.13
Octobre	650 680.00	619 695.00	19990.16	30.11
Novembre	827 343.16	785 976.00	26199.20	39.46
Décembre	831 076.84	789 523.00	25468.48	38.36
TOTAL	8 719 184.00	8 490 235.00	23260.92	35.03

Annexe 6 : les eaux usées et épurés ; Taux d'utilisation STEP Ghardaïa.

Moi	Nbr de jour	Eau épuré TOTAL m <sup>3</sup> /moi	Débit épuré m <sup>3</sup> /j	Taux D'utilisation Des Capacités Installées
Janvier	31	620000	20 000	43.10
Février	28	560000	20 000	43.10
Mars	31	620000	20 000	43.10
Avril	30	603900	20 130	43.38
Mai	31	620000	20 000	43.10
Juin	30	600000	20 000	43.10
Juillet	31	620000	20 000	43.10
Août	31	620000	20 000	43.10
Septembre	30	600000	20 000	43.10
Octobre	31	620000	20 000	43.10
Novembre	30	600000	20 000	43.10
Décembre	31	651000	21 000	45.26
TOTAL		7 334 900.00	241130.00	43.31

**ANNEXE**

Annexe 7 : les frais d'exploitation STEP L'oued.

<b>Mois</b>	<b>Frais du personnel (salaires et charges) en DA</b>	<b>Frais d'énergie (électricité et gaz) Montant de la facture (n-1) en DA</b>	<b>Frais de maintenance matériaux et matériel en DA</b>	<b>Coûts des produits chimiques et traitement en DA</b>	<b>Carburants et lubrifiants</b>
<b>Janvier</b>	1 032 317,54	1 114 084,33	6 300,00	9 766,80	35 882,00
<b>Février</b>	1 006 209,65	1 111 413,96	4 500,00	5 378,80	32 213,00
<b>Mars</b>	998 632,73	1 039 084,64	8 700,00	5 570,00	304 826,00
<b>Avril</b>	1 000 378,01	925 580,82	6 680,00	10 100,40	46 449,90
<b>Mai</b>	1 004 457,02	1 064 997,23	7 200,00	6 629,60	218 978,80
<b>Juin</b>	994 459,92	1 087 711,86	5 900,00	6 629,60	26 248,40
<b>Juillet</b>	1 045 542,33	1 165 532,43	8 600,00	9 447,80	30 660,00
<b>Août</b>	996 869,84	1 226 997,04	10 600,00	5 378,80	20 400,00
<b>Septembre</b>	1 002 617,69	1 096 983,68	15 600,00	2 920,00	35 877,00
<b>Octobre</b>	976 272,24	1 325 285,49	10 600,00	4 751,60	16 150,00
<b>Novembre</b>	976 272,24	1 159 833,43	10 600,00	4 751,60	19 150,00
<b>Décembre</b>	976 272,24	1 183 280,89	10 600,00	4 751,60	20 850,00
<b>Total</b>	12 010 301,45	13 500 785,80	105 880,00	76 076,60	807 685,10

# **BIBLIOGRAPHIE**

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

### **Bibliographie**

- 1/ GAID 1984 « épuration biologique des eaux usées urbaines Tome 1 » édition OPU Alger.
- 2/FABY JA l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation office international de l'eau 96P 1997
- 3/AERM procédé d'épuration des petites collectivités des bassins Rhin Meuse juillet 2007. Fiche n7
- 4/guide des solutions d'assainissement 1995.
- 5/ **WILAYA DE GHARDAIA** (2016) « Monographie De la wilaya de Gharadaia » REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE WILAYA DE GHARDAIA Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires
- 6/RADIER J 2005 l'analyse de l'eau naturelle, eau résiduelle ; eau de mer « 8 édition Dunod technique Paris »
- 7/REJSEK F (2002) analyse des eaux, aspect réglementaire et technique, édition scree m CRDPA .
- 8/RICHARDLE C (1996) les eaux les bactéries les hommes et animaux édition E
- 9/MADANI BESADIK cours Tlemcen.
- 10/ DEGUMENT « le memento technique de l'eau ». tom1 TOM2 Edition Lavoisier P60
- 11/FABY J.A et BRISSARD. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office international de l'eau 76page 1997.
- 12/BELBACHIR S HABBEDIN S étude de système d'épuration des eaux usées des localités de Nadroma et Ghazaouat JUIN2017
- 13/ABDLKADER GAID traitement des eaux usées 1993
- 14/RAHMANI ABDLATIF épuration des eaux usées de la région de N'GOUSSA OUARGLA par les végétaux performance épuratoire 2015
- 15/BENMUSSA S. GASMI I étude de faisabilité de l'épuration des eaux usées par un lagunage naturel 2015
- 16/DAHOU ABDARAHIM lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (REGION D'Ouargla) 2013
- 17/LADJAL F 2006 exploitation d'une station à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement CFMA Boumerdes 80P
- 18/BENZIANE FZ « impact sur l'écosystème de la région d'Oued Mimoun des eaux usées urbaines » le département Seine Marne assainissement collectif juillet 2014
- 19/le département Seine Marne assainissement collectif juillet 2014
- 20/ journal officiel le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006.
- 21/DINH HUAN NGUYEN Optimisation de la conception et du fonctionnement des stations de

## **BIBLIOGRAPHIE**

---

traitement des eaux usées THESE DOCTORAT UNIVERSITE DE LORRAEN 24mars 2014.

22/GUIDE PROCEDE EXTENSIF D'EPURATION DES EAUX USEES ADAPTES AUX PETITES ET MOYENNES COLLECTIVITES 21 May 1991

Water guides

23/Filière d'épuration adaptées aux petit collectivité ministre l'agriculture document technique

24/Etude inter-agence agence de bassin loire ministre de l'environnement « Lagunage naturelle et lagunage aère et les procédé d'épuration dans les petit collectivité » JUIN 1979

25/UNESCO, 2008. « Traitement des eaux usées par lagunage ». Fiche technique, Bureau Multipays pour le maghreb, 8 pages.

26/ARDAM, (2007). «L'épuration des eaux usées: le lagunage naturel». [www.pages.perso-orange.fr/ardam/images/pdf/lagunage\\_\(ad\).PDF](http://www.pages.perso-orange.fr/ardam/images/pdf/lagunage_(ad).PDF).

27/EL HACHEMI, O., (2012). «Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique: performances épuratoires et aspect phytoplanctonique». Thèse de doctorat, université Mohamed premier de Oujda Maroc, 140 pages.

28/ACHOURI, F., (2003). «Etude des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage naturel de l'oued Beni Messouss». Mémoire de fin d'étude, ENSH, 102 pages.

29/RACAULT, Y., (1997). «Le lagunage naturel- les leçons tirées de 15 ans de pratique en France». Coédition Cemagref éditions, ISBN 2-85362-453-6, 64 pages.

30/« NEDJAH Nawel Déphosphatation physico-chimique et biologique des eaux usées »

31/ <https://fr.weatherspark.com/v/48886/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Gharda%C3%AFa-Alg%C3%A9rie>

32/ONM. Donne d'Office national de la météorologie ghardaia (1998/2007)  
Donne de Office national de la météorologie l'oued (1985/2009)

33/ O.N.A 2018 donne de la station kehf eldokhan Ghardaïa office nationale d'assainissement.

34/ ANRH Mansour ACHOUR (Décembre 2011 )MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU  
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DIRECTION REGIONALE  
SUD – OUARGLA.

35/Afrique SCIENCE 10(2) (2014) 173 - 183

**Étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aéré appliquée à la station d'épuration de la ville d'Errachidia – Maroc**

**36/ Mr : KESSAÏSSIA ABDERRAHMANE** « Conception d'une station d'épuration par lagunage naturel pour la ville de GHARDAIA » OCTOBRE 2011

37/Doulaye KONE , Chantal SEIGNEZ et Christof HOLLIGER «Etat des lieux du lagunage en Afrique de l'ouest et du centre» Review of wastewater stabilization ponds performances in West and Central Africa. 7-10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002)

38/ Site officiel de l'office national de l'assainissement Algérie <https://ona-dz.org/>

## **BIBIOGRAPHIE**

---