



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université KASDI MERBAH Ouargla

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUÉES

DÉPARTEMENT GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE

\*\*\*\*\*

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE**

**En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine : Science Technique**

**Option : TRAITEMENT DES EAUX**

*THÈME*

**ETUDE COMPARATIVE DES PERFORMANCES EPURATOIRES  
ENTRE DEUX STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES DOMESTIQUES  
STEP D'ELATEUF GHARDAIA (LAGUNAGE NATUREL &  
STEP OUARGLA (LAGUNAGE AEREE)**

*Présenté par :*

**M<sup>r</sup> : SALAH OUELHADJ Salah**

**Composition du jury :**

**Examineurs : - M<sup>r</sup>. TOUIL Youcef UNIV. Ouargla**

**- M<sup>r</sup>. M. DERDOUS-Oussama UNIV. Ouargla**

**Promoteur : - M<sup>r</sup>. HAMMADI Belkacem M.C.A UNIV. Ouargla**

*Universitaire 2020/2021 Année*

# DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à tous qui me sont chers:

- A la Mémoire de mon père qui m'a tant soutenu et encourager pour poursuivre et réussir dans mes études.
- A Ma Mère
- A mon Epouse
- A Mes enfants
- A Mes frères et Sœurs
- A tous mes proches et amis.

# REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie ALLAH tout puissant, de m'avoir accordé la force, le Courage et les moyens pour l'accomplissement de ce modeste travail.

Mes sincères remerciements à Mr. Hammadi Belkacem mon encadreur pour avoir aidé, orienter, conseiller et éclairer de manière à arriver aux objectifs de ce thème.

Je tiens également à remercier Mr. Bechki Jamel de m'avoir encouragé à reprendre mes études pour cette année universitaire 2020/2021 après une longue absence du milieu universitaire ; depuis 1995.

Je remercie aussi M Segai sofiane pour sa collaboration et son aide pour que je puisse m'intégrer facilement au sein de la communauté universitaire.

Je tiens aussi à remercier Mr. TOUIL et Mr. BERDOUS qui ont honoré à examiner mon travail.

▪

# SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| Résumé :.....  | 9         |
| Liste des abréviations.....  | 10        |
| Liste des figures .....  | 11        |
| Liste des tableaux.....  | 12        |
| Liste des photos.....  | 13        |
| Liste des graphes.....   | 14        |
| Introduction générale.....   | 15        |
| <b>CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées .....</b>                       | <b>16</b> |
| <b>I.1-Définition d'une eau usée.....</b>                                      | <b>16</b> |
| <b>I.2- Origine des eaux usées : .....</b>                                     | <b>16</b> |
| <b>I.2.1- Les eaux usées domestiques.....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>I.2.2- Les eaux pluviales.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>I.2.3- Les eaux industrielles.....</b>                                      | <b>16</b> |
| <b>I.2.4- Les eaux usées agricoles.....</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>I.3- Les pollutions des eaux.....</b>                                       | <b>17</b> |
| <b>I.3.1- La pollution minérale.....</b>                                       | <b>17</b> |
| <b>I.3.2- La pollution organique.....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>I.3.3- La pollution microbiologique .....</b>                               | <b>18</b> |
| <b>Les systèmes de collecte des eaux usées : .....</b>                         | <b>18</b> |
| <b>I.4.1-Le système unitaire.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>I.4.2-Le système séparatif.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Chapitre II- Caractérisation physico-chimique des eaux usées.....</b>       | <b>19</b> |
| <b>II.1- Introduction .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>II.2- Mesure des matières polluantes contenues dans les eaux usées.....</b> | <b>20</b> |
| <b>II.2.1- Les matières en suspension (MES) .....</b>                          | <b>20</b> |
| <b>II.2.2- La demande biochimique en oxygène (DBO) .....</b>                   | <b>20</b> |
| <b>II.2.3- La demande chimique en oxygène (DCO) .....</b>                      | <b>20</b> |
| <b>II.3- Paramètres physiques : .....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>II.3.1- Température : .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>II.3.2- Couleur.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>II.3.3- Odeur.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>II.3.4- Les matières en suspension (MES) .....</b>                          | <b>21</b> |

|  |    |
|--|----|
| II.3.5- Les matières volatiles en suspension (MVS) .....                   | 21 |
| II.3.6- Les matières minérales sèches (MMS) .....                          | 21 |
| II.4- Paramètres chimiques.....  | 21 |
| II.4.1- Le potentiel d'Hydrogène (pH) .....                                | 21 |
| II.4.2- Turbidité.....   | 22 |
| II.4.3- Conductivité.....  | 22 |
| II.4.4- Demande chimiques en oxygène (DCO) .....                           | 22 |
| II.4.5- Demande biologique en oxygène(DBO5) .....                          | 22 |
| II.4.6- Oxygène dissous.....   | 22 |
| II.4.7- L'azote ammoniacal .....   | 23 |
| II.4.7.1- Les nitrites.....  | 23 |
| II.4.7.2- Les nitrate .....  | 23 |
| II.4.8- Les phosphate .....  | 23 |
| II.4.9- La biodégradabilité.....   | 24 |
| II.5- Les micropolluants organiques et non organiques.....                 | 24 |
| II.5.1- Les éléments traces.....   | 24 |
| II.5.2- Les micropolluants organiques.....                                 | 25 |
| II.6- Les paramètres biologiques.....                                      | 25 |
| II.6.1- Les bactéries.....   | 25 |
| II.6.2- Les virus.....   | 25 |
| II.6.3- Les protozoaires.....  | 25 |
| II.6.4- Les helminthes.....  | 25 |
| II.7- Roles des microorganismes et activités microbienne.....              | 26 |
| II.8- Effets des eaux usées non traitées.....                              | 26 |
| II.9- Les normes algériennes de rejet des effluents.....                   | 26 |
| II.10- Les recommandations de l'organisation mondiale de la santé OMS..... | 28 |
| II.11- Les phases de traitement .....                                      | 30 |
| II.11.1- Les prétraitements .....  | 30 |
| II.11.2- Le traitement primaire .....                                      | 31 |
| II.11.3- Le traitement secondaire.....                                     | 31 |
| II.11.3.1- L'élimination de l'ammoniaque : la nitrification.....           | 32 |
| II.11.3.2 - L'élimination des nitrates : la dénitrification.....           | 32 |
| II.11.4- Le traitement tertiaire.....                                      | 32 |
| II.11.4.1- La déphosphataion.....  | 32 |

|  |           |
|--|-----------|
| II.11.4.1.1- Déphosphatation biologique.....                         | 32        |
| II.11.4.1.2- Déphosphation physico-chimique.....                     | 32        |
| II.11.4.2- La désinfection.....                                      | 33        |
| II.11.5- Le traitement des boues .....                               | 33        |
| II.11.5.1- Epaissement des boues .....                               | 33        |
| II.11.5.2- La déshydratation.....                                    | 34        |
| II.11.5.3- Incinération des boues.....                               | 34        |
| <b>CHAPITRE III : Technique de Lagunage.....</b>                     | <b>35</b> |
| <b>III.1 Introduction.....</b>                                       | <b>35</b> |
| <b>III.2- Principe de traitement.....</b>                            | <b>35</b> |
| III.2.1- Fonctionnement.....   | 35        |
| III.2.2- Domaine d'application recommandé.....                       | 35        |
| III.2.3- Qualité du rejet.....                                       | 35        |
| III.2.4- Normes de rejet envisageables.....                          | 35        |
| III.2.5- Avantages.....  | 36        |
| III.2.6- Inconvénients.....  | 36        |
| III.2.7- □Principales caractéristiques techniques.....               | 37        |
| III.2.8- Le lagunage naturel (aérobie) : .....                       | 37        |
| <b>III.3- Le lagunage aéré .....</b>                                 | <b>37</b> |
| <b>III.4- Le lagunage anaérobie .....</b>                            | <b>37</b> |
| <b>III.5- Le lagunage à haut rendement.....</b>                      | <b>37</b> |
| <b>III.6- Lagunage facultatif (F) .....</b>                          | <b>38</b> |
| <b>III.7- Lagunage de maturation (M) .....</b>                       | <b>39</b> |
| <b>III.8- Lagunage à macrophytes (Ma) .....</b>                      | <b>39</b> |
| <b>III.9- Autres techniques de lagunage.....</b>                     | <b>39</b> |
| <b>CHAPITRE IV : PRESENTATION DES STEP : .....</b>                   | <b>40</b> |
| <b>IV.1- Introduction et définition .....</b>                        | <b>40</b> |
| <b>IV.2- STEP de Ghardaïa (Lagunage naturel) .....</b>               | <b>40</b> |
| IV.2.1- Site et données de base.....                                 | 40        |
| IV.2.2- Caractéristiques et objectifs de la station d'épuration..... | 41        |
| IV.2.3 Paramètres d'analyse et de suivi .....                        | 41        |
| <b>IV.3 STEP d'Ouargla (Lagunage aéré) .....</b>                     | <b>43</b> |
| IV.3.1 Site et données de bases.....                                 | 43        |
| IV.3.2 Capacité de traitement .....                                  | 43        |

|   |    |
|---|----|
| IV3.3- Objectifs de l'épuration.....  | 44 |
| IV3.4 paramètres d'analyse et de suivi.....                                       | 44 |
| IV.4- Méthode de prélèvement .....  | 45 |
| IV.5- Procédures d'analyse : .....  | 45 |
| IV.5.1 : Matières en suspensions MES .....  | 46 |
| IV.5.1.1 But d'analyse .....  | 46 |
| IV.5.1.2 Appareillage .....   | 46 |
| IV.5.1.3 Préparation des filtres par l'eau distillée .....                        | 46 |
| IV.5.1.4 Filtration de l'échantillon .....  | 47 |
| IV.5.1.5 Expression des résultats .....   | 47 |
| IV.5.2- Résidu sec.....   | 48 |
| IV.5.2.1- Appareillage.....   | 48 |
| IV.5.2.2- Procédure.....  | 48 |
| IV.5.2.3- Expression des résultats.....   | 48 |
| IV.5.3- La demande chimique en oxygène (D.C.O) .....                              | 49 |
| IV.5.3.1- But d'analyse.....  | 49 |
| IV.5.3.2- Principe.....   | 49 |
| IV.5.3.3- Appareillage.....   | 49 |
| IV.5.3.4- Réactif.....  | 49 |
| IV.5.3.5- Procédure .....   | 49 |
| IV.5.3.6- Expression des résultats : La teneur en DCO est donnée en mg/l. ....    | 50 |
| IV.5.4 - La demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....               | 50 |
| IV.5.4.1- Principe.....   | 50 |
| IV.5.4.2- Appareillage .....  | 50 |
| IV.5.4.3- Procédure .....   | 50 |
| IV.5.5- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température..... | 52 |
| IV.5.5.1- Principe .....  | 52 |
| IV.5.5.2- Appareillage.....   | 52 |
| IV.5.5.3- Procédure .....   | 52 |
| IV.5.6- Détermination de pH.....  | 53 |
| IV.5.6.1- But d'analyse : .....   | 53 |
| IV.5.6.2- Appareillage .....  | 53 |
| IV.5.6.3- Procédure.....  | 53 |
| IV.5.7- Détermination de l'O <sub>2</sub> dissous.....                            | 53 |

|  |           |
|--|-----------|
| IV.5.7.1- Principe .....   | 53        |
| IV.5.7.2- Matériel nécessaire .....  | 54        |
| IV.6- Facteurs influençant le pouvoir épuratoire .....                         | 54        |
| IV.7- Evaluation de la biodégradabilité des eaux usées des zones d'étude ..... | 54        |
| <b>CHAPITRE V : PERFORMANCES EPURATOIRES DES STEP.....</b>                     | <b>57</b> |
| V.1. Introduction.....   | 57        |
| V.2- TEMPERAURE.....   | 57        |
| V.2.1- Station de Ghardaïa Lagunage naturel .....                              | 57        |
| V.2.2- Station d'Ouargla (Lagunage aéré) .....                                 | 58        |
| V.3- Potentiel hydrique: PH.....   | 59        |
| V3.1 Station de GHARDAIA.....  | 59        |
| V3.2 Station d'Ouargla: .....  | 59        |
| V.4 Les matières en suspension : MES.....                                      | 60        |
| V.4.1 STEP de Ghardaïa .....   | 60        |
| V.4.2 STEP Ouargla.....  | 61        |
| V.5- La demande chimique en oxygène DCO.....                                   | 62        |
| V.5.1 STEP Guardia .....   | 62        |
| V.5.2 STEP Ouargla .....   | 63        |
| V.6 Demande biochimique en oxygène DBO5 .....                                  | 64        |
| V.6.1 STEP Guardia .....   | 64        |
| V.6.2 STEP Ouargla .....   | 65        |
| V.7 Azote maniacal: N-NH4*.....  | 66        |
| V.7.1 STEP Ghardaïa: .....   | 66        |
| V.7.2 STEP Ouargla: .....  | 67        |
| V.8 Les Nitrates: .....  | 69        |
| V.8.1 STEP Ghardaïa: .....   | 69        |
| V.8.2 STEP Ouargla: .....  | 69        |
| V.9 Les Nitrites: .....  | 71        |
| V.9.1 STEP Ghardaïa : .....  | 71        |
| V.9.2 STEP Ouargla: .....  | 71        |
| <b>CONCLUSION GENERALE: .....</b>  | <b>73</b> |
| <b>Références bibliographiques.....</b>  | <b>74</b> |



# RESUME

Les ressources en eau dans les régions du sud sont souvent mal gérées et imposent une gestion rationnelle et intégrée et ce, dans une optique de durabilité. L'équilibre environnemental fragile et l'écosystème de cet ensemble doivent être sauvegardés. Pour cela il est important de protéger le milieu récepteur et la nappe phréatique; rendre possible la réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation. Dans le sud du pays, contrairement au nord, l'implantation de STEP de type lagunage aéré ou naturel exigeantes en superficie ne posent pas de problème.

Notre étude contribue à apporter certains éclairages sur la qualité des eaux des effluents des STEP de Ouargla et de Ghardaïa qui utilisent respectivement la technique de lagunage aéré et celle de lagunage naturel. Sachant que les données d'analyses physico-chimiques de la STEP de Ghardaïa utilisées couvrent la période Janvier à Avril 2021 et celle de la STEP de Ouargla représente la moyenne de trois années; 2012 à 2014 [24], et pour ce faire nous avons choisi les données qui représentent la même période de Janvier à Avril pour que la comparaison puisse avoir un sens si on considère que les facteurs climatiques influent sur le pouvoir épuratoire à savoir : le vent, la température et l'ensoleillement.

Basant sur la comparaison des caractéristiques physico-chimiques à l'entrée et à la sortie des STEP nous avons pu constater :

Que les Eaux sont d'origine domestique pour les deux STEP

Que la température et le PH des effluents restent dans les normes Algérienne et de l'OMS d'où valables pour l'irrigation.

Que l'abattement des MES semble intéressant mais insuffisant du point de vue qualité de traitement car les résultats obtenus ne concordent pas avec les normes requise par l'OMS. D'où nécessité de procéder à la technique de flottation ou de prolonger la durée de décantation ou passer à un traitement biologique naturel.

Concernant la DCO et la DBO5 nous avons pu avoir des abattements très intéressants des matières biodégradables avec une qualité de traitement qui reste dans les normes.

Le traitement des matières azoté semble acceptable pour les deux stations, vue l'élimination de l'ammonium, les nitrates et les nitrites > 26%, avec des rendements meilleurs pour la STEP de Ghardaïa.

Cette étude nous ne permet pas de trancher sur le sort des eaux traitées; que soit leur utilisation agricole ou leurs impact sur le milieu récepteur vue que d'autres paramètres intervenant dans la pollution de ces eaux méritent une attention particulière, tel que la pollution biologique, les boues,...

## **LISTE DES ABREVEATIONS :**

STEP : Station de traitement des eaux usées

MES : Matières en suspension

DBO : Demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

MMS : Matière minérale sèche

MVS : Matière volatil en suspension

PH : Potentiel d'Hydrogène

DBO5 : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours d'incubation.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrite

N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrate

PT : Phosphore total

N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Azote ammoniacal

CE : Conductivité

NTK : Azote total Kjeldahl

PCB : Polychlorobiphényles

NGL : Gaz naturel liquide

EH : Equivalent habitant

MO : Matière oxydable

UF : Ultra filtration

UV : Ultra-violet



| <b>Liste des tableaux</b>   | <b>Pages</b> |
|---|--------------|
| Tableau II.1 – Normes Algérienne de rejets des effluents                                      | 27           |
| Tableau II.2 Recommandations microbiologique de l’OMS des eaux usées pour usage agricole      | 28           |
| Tableau II.3: Normes de rejets internationales selon l’OMS                                    | 30           |
| Tableau IV. 1- Evolution de la production des eaux usées dans la vallée du M’Zab ([27] ,2000) | 40           |
| Tableau IV.2 - Résultats d’analyses STEP Ghardaïa (Lagunage naturel)                          | 42           |
| Tableau IV.3 : Charges hydrauliques et polluantes aux différents horizons STEP Ouargla        | 43           |
| Tableau IV.4- Résultats d’analyses STEP Ouargla (Lagune aérée)                                | 44           |
| Tableau IV.5- Procédures et méthodes d’analyses   | 45           |
| Tableau IV.6- Volume d’échantillon d’après la DCO.  | 51           |
| Tableau IV.7- Coefficients des eaux usées de la STEP de GHARDAIA                              | 55           |
| Tableau IV.8 - Coefficients des eaux usées de la STEP de OUARGLA                              | 55           |
| Tableau V.1 Température des effluents à l’entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa           | 57           |
| Tableau V.2 Température des effluents à l’entrée et à la sortie de la STEP Ouargla            | 58           |
| Tableau V.3 Mesures de PH à l’entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa                       | 59           |
| Tableau V.4 Mesures de PH à l’entrée et à la sortie de la STEP Ouargla                        | 59           |
| Tableau V.5 Valeurs de MES à l’entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa                      | 60           |
| Tableau V.6 Valeurs de MES à l’entrée et à la sortie de la STEP Ouargla                       | 61           |
| Tableau V.7 Valeurs de DCO à l’entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa                      | 62           |
| Tableau V.8 Valeurs de DCO à l’entrée et à la sortie de la STEP Ouargla                       | 63           |
| Tableau V.9 Valeurs de DBO5 à l’entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa                     | 64           |
| Tableau V.10 Valeurs de DBO5 à l’entrée et à la sortie de la STEP Ouargla                     | 65           |
| Tableau V.11 Valeurs de N-NH4+ STEP Ghardaïa  | 66           |
| Tableau V.12 Valeurs de N-NH4 STEP Ouargla  | 67           |
| Tableau V.13 Valeurs de N-NO3 STEP Ghardaïa   | 69           |
| Tableau V.14 Valeurs de N-NO3 STEP Ouargla  | 69           |
| Tableau V.15 Valeurs de N-NO2 STEP Ghardaïa   | 71           |
| Tableau V.16 Valeurs de N-NO2 STEP Ouargla  | 71           |

| <b>Liste des photos</b>  | <b>Pages</b> |
|--|--------------|
| Photo IV.1 : STEP de Kef Edoukhane , Commune d'El Atteuf , W. Ghardaïa | 41           |
| Photo IV.2 : STEP de Ouargla - Photo Satellite                         | 43           |
| Photo IV.3 Unité de filtration avec pompe à vide                       | 48           |
| Photo IV.4 Balance électronique  | 49           |
| Photo IV.5 Dessiccateur  | 49           |
| Photo IV.6- Réactifs DCO   | 50           |
| Photo IV.7- Spectrophotomètre  | 50           |
| Photo IV.8- Réacteur DCO   | 50           |
| Photo IV.9 - DBO mètre.  | 51           |
| Photo IV.10- Conductimètre   | 52           |
| Photo IV.11- PH mètre  | 53           |
| Photo IV.12- Oxymètre  | 54           |

| <b>Liste des graphes</b>  | <b>Pages</b> |
|---|--------------|
| Graphe IV.1 – Histogramme comparatif du Coefficient de biodégradabilité K des STEP de | 51           |
| Graphe V.2.2 - Evolution de la Température des effluents dans le Temps. STEP Ouargla. | 52           |
| Graphe V.3.1- Evolution de PH des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa.             | 53           |
| Graphe V.3.2 - Evolution de PH des effluents dans le Temps. STEP Ouargla.             | 53           |
| Graphe V.4.1 - Evolution des MES des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa.          | 54           |
| Graphe V.4.2 - Evolution des MES des effluents dans le Temps. STEP Ouargla            | 55           |
| Graphe V.5.1: Evolution des DCO des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa            | 56           |
| Graphe V.5.2 - Evolution des DCO des effluents dans le Temps. STEP Ouargla.           | 57           |
| Graphe V.6.1 - Evolution des DBO5 des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa.         | 58           |
| Graphe V.6.2 - Evolution des DBO5 des effluents dans le Temps. STEP Ouargla           | 58           |
|   |              |

## Introduction générale

L'eau, indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement.

Les accroissements démographique, économique et urbain sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale, surtout dans les pays en voie développement moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires. Parmi ces sources de pollution, la production des eaux usées qui sont souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable. Cette pollution génère de nombreuses maladies hydriques qui peuvent être à l'origine de certaines épidémies et à la dégradation du milieu récepteur qui porte à son tour des risques majeurs à la disparition de la faune et de la flore et à la contamination des ressources hydriques souterraines (nappes phréatique). Les villes d'Ouargla et de Ghardaïa n'échappent pas à cette règle. En effet, ces villes ont connus pendant les dernières années un grand développement démographique, ce qui a permis l'augmentation du taux de branchement aux réseaux existants et par conséquent l'élévation du débit des eaux usées. D'où la nécessité de réaliser des stations d'épuration.

En effet, durant 2009 la ville d'Ouargla s'est dotée d'une station d'épuration de type lagunage aéré et depuis 2012 la STEP de Ghardaïa type lagunage naturel a été mise en service. Le présent travail a pour objectif de faire la comparaison des performances épuratoires entre les deux types de lagunage , qui nous guidera par la suite à la destination des eaux traitées a savoir (rejet en milieu naturel, irrigation, ...) et propositions de solutions nécessaires aux problématiques rencontrés pour le processus de traitement adoptés.

# CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées :

**I.1-Définition d'une eau usée :** La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit.

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement.

Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance [1], [2].

**I.2- Origine des eaux usées :** Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue trois catégories d'eaux usées :

**I.2.1- Les eaux usées domestiques :** Elles parviennent des différents usages domestiques de l'eau, elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires [3].

**I.2.2- Les eaux pluviales :** Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules.

Les eaux de pluie collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu Aquatique [3].

**I.2.3- Les eaux industrielles :** Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des



hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution [3, 4,5].

**I.2.4- Les eaux usées agricoles :** Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...). [42].

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables

(Faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).

- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduelles des usines de fabrication et de conditionnement. [42].

### **I.3- Les pollutions des eaux :**

**I.3.1- La pollution minérale :** C'est une Pollution liée à la présence de sels (chlorures et sulfates) quantifiée en mesurant les quantités d'azote et de phosphore présentes dans l'eau, qui proviennent en grande partie des matières organiques complexes (déchets alimentaires, matières fécales, etc.). Le phosphore provient également de certains produits de nettoyage, détergents et produits de vaisselle.

**I.3.2- La pollution organique :** Elle concerne les microorganismes pathogènes présents dans l'eau comme les bactéries et les virus. Cette pollution bactériologique se

caractérisé par un taux élevé de coliformes fécaux. La pollution organique provient principalement des excréments, des ordures ménagères et des déchets végétaux

**I.3.3- La pollution microbiologique :** C'est une pollution liée à la présence de bactéries et de virus, essentiellement d'origine fécale et provenant principalement des eaux usées et des élevages agricoles. Elle se mesure par l'abattement de la charge bactériologique en puissances de 10 [ $\log_{10}$  = UL]. Une réduction d'au moins 4 UL correspond à un abattement de la charge bactériologique de 99,99%. On essaye de déterminer le nombre de coliformes totaux, fécaux et de streptocoques fécaux (indicateurs de la présence d'autres bactéries pathogènes plus dangereuses) par rapport à l'effluent de base.

#### **I.4- Les systèmes de collecte des eaux usées :**

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont :

\*Le système unitaire.

\*Le système séparatif.

**I.4.1-Le système unitaire :** Ce réseau collecte l'ensemble des eaux noires, claires et grises d'une ville ou d'une région. Les avantages de ce système sont la conception simple dont il est constitué d'un seul collecteur avec un seul branchement, ainsi que pas de risque d'inversion de ce dernier.

Les inconvénients sont lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales avec l'apport de sable important à la station d'épuration [6].

**I.4.2-Le système séparatif :** Ce système consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents, le réseau d'évacuation des eaux domestique et parfois industrielles (selon le plus caractéristique) est séparé du réseau d'évacuation des eaux de pluie qui sont rejetées le plus souvent directement dans le milieu récepteur (mer, fleuve ou lac).

Ce système a l'avantage de permettre l'assurance d'un régime permanent dans les STEP et la diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées, l'inconvénient réside dans le coût élevé d'investissement [6].

## Chapitre II- Caractérisation physico-chimique des eaux usées :

**II.1- Introduction :** Les eaux urbaines résiduaires sont les eaux ménagères usées, les eaux usées (noires ou grises) qui proviennent des établissements et des lieux de résidence et sont produites essentiellement par les activités ménagères et le métabolisme humain) ou le mélange des eaux ménagères usées avec les eaux industrielles usées et/ou des eaux de ruissellement.

Les eaux industrielles usées sont toutes les eaux provenant de locaux utilisés à des fins commerciales ou industrielles, autres que les eaux ménagères usées et les eaux de ruissellement.

Rappelons en passant que les eaux usées grises, telles que définies [30], sont les eaux usées dépourvues de toute composante en provenance des toilettes. Elles correspondent donc aux eaux usées produites dans les salles de bain, les baignoires, les lavabos, les machines à laver et les cuisines, au niveau des maisons d'habitation, des bureaux, des écoles, etc. En général, les eaux grises, dont la fraction totale estimée à 75% du drainage résidentiel ([30], [31]), contiennent des niveaux faibles de matières organiques comparés aux eaux noires (eaux usées ordinaires), dans lesquelles sont inclus urine, matières fécales, papier hygiénique...

Les eaux pluviales, elles, sont par définition des précipitations liquides d'eau atmosphérique sous forme de gouttes. Ces eaux contiennent de nombreux contaminants [37]. Elles renferment également des polluants, des gaz de l'atmosphère à l'état dissous (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et surtout CO<sub>2</sub>), les différentes combinaisons chimiques rencontrées dans l'atmosphère (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl au voisinage des côtes, les sels de Ca et Mg, les PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, etc.) des poussières organiques et des microorganismes [32].

Par ailleurs, les effluents d'eaux usées des hôpitaux sont d'un registre particulier. Leur rejet dans le réseau d'assainissement communal au même titre que les effluents classiques urbains, sans traitement préalable, pose un important problème environnemental. Leurs différentes sources (rejets domestiques, effluents des salles d'opération, rejets des laboratoires, des services de radiologie, effluents des cafétérias et ceux provenant du nettoyage de la vaisselle) donnent finalement naissance à des rejets liquides hybrides, à la fois domestiques, industriels et très spécifiques des activités de soins et de recherches médicales, marqués toutefois par une importante dilution [35].

## **II.2- Mesure des matières polluantes contenues dans les eaux usées :**

Trois principaux paramètres mesurent les matières polluantes des eaux usées domestiques :

**II.2.1- Les matières en suspension (MES) :** représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Elles sont exprimées en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques et décantent spontanément.

**II.2.2- La demande biochimique en oxygène (DBO) :** est définie par la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes pour assurer la dégradation de la matière organique par voie biologique. Cette mesure donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables d'un rejet urbain. Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle explique la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours. C'est la DBO5, demande biochimique en oxygène sur cinq jours.

**II.2.3- La demande chimique en oxygène (DCO) :** permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Elle correspond à une estimation de la matière oxydable présente dans l'eau, que la matière soit d'origines minérale ou organique.

Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables.

## **II.3- Paramètres physiques :**

**II.3.1- Température :** La température régit de la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente l'oxygène dissous diminue, elle influe également sur la décomposition de la matière organique, le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques [7].

**II.3.2- Couleur :** La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes [8,9].

**II.3.3- Odeur :** L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable. Par contre en état de fermentation elle dégage une odeur nauséabonde.

**II.3.4- Les matières en suspension (MES) :** Elles sont en majeure partie de nature biodégradable, la plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES, elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur, cependant elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures.

Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = \text{MMS} + \text{MVS} \text{ [10].}$$

**II.3.5- Les matières volatiles en suspension (MVS) :** Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105°C, puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g/l), elles sont ensuite chauffées à 500-600°C, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) [11].

**II.3.6- Les matières minérales sèches (MMS) :** Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice [12].

## **II.4- Paramètres chimiques :**

**II.4.1- Le potentiel d'Hydrogène (pH) :** Le pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H<sup>+</sup>, il joue un rôle important dans :

- Les propriétés physique-chimiques (l'acidité et l'alcalinité).
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation).
- Le processus biologiques.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie [13, 14,15].

**II.4.2- Turbidité :** Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence des MES [7].

**II.4.3- Conductivité :** La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser les sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur et s'exprime en micro Siemens par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [3].

**II.4.4- Demande chimiques en oxygène (DCO) :** C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renferme dans un effluent.

Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales).Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure à chaud pendant 2h [16, 17, 18,19].

**II.4.5- Demande biologique en oxygène(DBO5) :** Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les micro-organismes du milieu, mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement en semence, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [8], [17], [19].

**II.4.6- Oxygène dissous :** La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène [20].

**II.4.7- L'azote ammoniacal :** L'azote ammoniacal se retrouve principalement dans les eaux usées et les eaux de surface, suite à la dégradation bactérienne des composés organiques renfermant de l'azote.

En solution, l'azote ammoniacal est présent sous deux formes qui sont en équilibre : la forme non-ionisée ( $\text{NH}_3$ ) et ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ).

**II.4.7.1- Les nitrites :** Le nitrite est le radical univalent  $\text{NO}_2$  ou un composé le contenant, comme un sel ou un ester de l'acide nitreux.

**II.4.7.2- Les nitrates :** Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) est un ion produit au cours du cycle de l'azote, particulièrement soluble dans l'eau et responsable d'une pollution des eaux. La principale source d'azote réside dans l'atmosphère sous forme de di azote ( $\text{N}_2$ ) qui représente un peu moins de 80% de la composition de l'air. Des ions nitrates sont formés au terme d'un processus complexe de transformation de l'azote par des bactéries. Ils sont ensuite assimilés par les plantes. La consommation de légumes et de végétaux constitue ainsi, pour les animaux, dont l'homme, la base de l'alimentation en azote.

Le nitrate se prête à de nombreuses utilisations industrielles sous forme de nitrate de potassium, de sodium ou d'ammoniac notamment.

Le nitrate est dangereux par sa capacité à se transformer en nitrite aux effets toxiques reconnus.

**II.4.8- Le phosphate :** Les composés phosphorés sont utilisés dans divers domaines. Suivant les différents usages, les origines des phosphates des eaux usées sont classées en quatre groupes [36] à savoir:

Les phosphates provenant du métabolisme humain ;

Les phosphates issus des produits lessiviels ;

Les rejets industriels (usines et fabriques) ;

Les rejets agricoles (élevages et surface cultivables).

La pollution phosphorée est généralement représentée par le phosphore total (PT) composé de phosphore organique et d'ortho phosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). De façon générale, la concentration en phosphore total des eaux usées domestiques varie entre 7 et 25 mg/ L [37]. Celle du phosphore organique avoisine 3 mg/L. Les concentrations en phosphore minéral ou inorganique dépassent parfois 10 mg/L ([38]; [39]). [40] estiment respectivement à environ 5, 3 et 1 mg/L la concentration des ortho phosphates, des triphosphates et des pyrophosphates.

**II.4.9- La biodégradabilité :** La biodégradabilité de la matière organique est une donnée importante pour la caractérisation de l'autoépuration des effluents organiques. La mesure de la DBO<sub>5</sub> ou du rapport  $k=DCO/DBO_5$  a permis d'étudier la biodégradabilité des effluents.

K : coefficient de biodégradabilité du système.

$K < 1.5$  : les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière fortement biodégradable.

$1.5 < K < 2.5$  : les matières oxydables sont moyennement dégradables

$2.5 < k < 3$  : les matières oxydables sont peu dégradables.

$K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables.

## **II.5- Les micropolluants organiques et non organiques :**

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées, tel que les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes [22].

**II.5.1- Les éléments traces :** Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux, les plus abondants (de l'ordre de quelques µg/l) sont : le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces.

Certains éléments traces peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène [23].



**II.5.2- Les micropolluants organiques :** Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergent, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore [22].

## **II.6- Les paramètres biologiques :**

Les eaux usées contiennent toutes les micro-organismes extraites avec les matières fécales, ils sont accompagnés d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

**II.6.1- Les bactéries :** Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau, leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ , elles se multiplient dans les eaux usées et les boues résiduaires, 100 ml d'une eau usée urbaine contient environ  $10^6$  à  $10^7$  bactéries dont  $10^3$  sont pathogènes ; les plus connues on trouve les salmonelles qui sont responsables de la typhoïde [22].

**II.6.2- Les virus :** Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de  $10^3$  à  $10^4$  particules par litre.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus importants, on peut citer les entéro virus, les rota virus, les adeno virus et le virus de l'Hépatite à qui ont une durée de vie d'environ 3 mois [21].

**II.6.3- Les protozoaires :** Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qui se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de kyste, cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées [11].

**II.6.4- Les helminthes :** Les helminthes sont des vers multicellulaires, tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites.

Les œufs d'helminthes sont très résistants 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 / l [10].

## **II.7- Rôles des microorganismes et activités microbienne :**

Le traitement des eaux usées par voie biologique est la méthode d'assainissement la plus répandue dans le monde. Cette technologie utilise différents types de bactéries et autres micro-organismes pour le traitement et le nettoyage des eaux polluées.

## **II.8- Effets des eaux usées non traitées :**

Les incidences sur les eaux réceptrices des rejets d'eaux usées domestiques sont nombreuses. Les eaux usées présentent un risque sanitaire direct de par la présence d'organismes pathogènes, comme des bactéries (p. ex., choléra, salmonella, shigella), de virus (p. ex., virus de l'hépatite, entérovirus, poliovirus, virus de Norwalk) et de parasites (p. ex., protozoaires tels Giardia et Cryptosporidium et helminthes) [Organisation mondiale de la santé, 1993; World Resources Institute, 1996]. On compte, comme dangers sanitaires indirects pour l'homme, la consommation de poissons ou de mollusques rendus toxiques par la présence de bactéries, de métaux ou de composés organiques que l'on retrouve dans les eaux usées [41] ou l'exposition, au cours d'activités récréatives, à des eaux ayant fait l'objet d'une contamination microbienne [33].

Aux risques pour la santé humaine des rejets d'eaux usées domestiques s'ajoutent ceux pour l'environnement. Les charges en azote et en phosphore peuvent donner lieu à une eutrophisation provoquant des modifications radicales de la productivité et de la biodiversité, les rejets de contaminants peuvent présenter une toxicité aiguë ou chronique pour les organismes des eaux réceptrices et les charges élevées de matières consommant de l'oxygène peuvent abaisser la teneur en oxygène dissous à des concentrations qui menacent la survie des organismes aquatiques [34], [45].

## **II.9- Les normes algériennes de rejet des effluents :**

Les rejets des effluents urbains et industriels dans le milieu récepteur naturel doivent impérativement respecter les normes fixés par voie réglementaire. Le décret exécutif N° 93-160 du 10 juillet 1993 du journal de la république Algérienne réglementant les rejets des effluents liquide dans son chapitre I, article 2, fixe en son annexe I les valeurs limites de ce rejet. Un nouveau texte

réglementaire vient renforcer ces valeurs limites dans le décret exécutif N° 06-140 du 19 avril 2006, section I, article 3.les valeurs limites maximales de rejet des effluents fixés par ces deux décrets son regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau II.1 - Normes Algérienne de rejets des effluents**

| N° | PARAMETRE                           | VALEURS LIMITES | UNITE |
|----|-------------------------------------|-----------------|-------|
| 01 | Température T                       | 30              | C°    |
| 02 | PH                                  | 6.5 à 8.5       | -     |
| 03 | MES                                 | 35              | mg/l  |
| 04 | DBO5                                | 35              | mg/l  |
| 05 | DCO                                 | 120             | mg/l  |
| 06 | Azote Kjeldahl                      | 30              | mg/l  |
| 07 | Phosphate                           | 2               | mg/l  |
| 08 | Phosphore total                     | 10              | mg/l  |
| 09 | Cyanure                             | 0.1             | mg/l  |
| 10 | Aluminium                           | 3               | mg/l  |
| 11 | Cadmium                             | 0.2             | mg/l  |
| 12 | Fer                                 | 3               | mg/l  |
| 13 | Manganèse                           | 1               | mg/l  |
| 14 | Mercure total                       | 0.01            | mg/l  |
| 15 | Nikel total                         | 0.5             | mg/l  |
| 16 | Plomb total                         | 0.5             | mg/l  |
| 17 | Cuivre total                        | 0.5             | mg/l  |
| 18 | Zinc total                          | 3               | mg/l  |
| 19 | Huile et graisse                    | 20              | mg/l  |
| 20 | Hydrocarbures totaux                | 10              | mg/l  |
| 21 | Indice phénol                       | 0.3             | mg/l  |
| 22 | Fluor et composés                   | 15              | mg/l  |
| 23 | Substances toxiques bioaccumulables | 0.005           | mg/l  |
| 24 | Etain total                         | 2               | mg/l  |
| 25 | Composés organique chlorés          | 5               | mg/l  |
| 26 | Chrome total                        | 0.5             | mg/l  |
| 27 | (*) Chrome III+                     | 3               | mg/l  |
| 28 | (*) Chrome VI+                      | 0.1             | mg/l  |
| 29 | (*) Solvants organiques             | 20              | mg/l  |
| 30 | (*) Chlore actif                    | 1               | mg/l  |
| 31 | (*) PCB                             | 0.001           | mg/l  |
| 32 | (*) Détergents                      | 2               | mg/l  |
| 33 | (*) Tensioactifs anioniques         | 10              | mg/l  |

(\*) Valeurs fixés par le décret exécutif N° 93-160 du 10 juillet 1993.

## II.10- Les recommandations de l'organisation mondiale de la santé OMS :

Celles-ci concernent uniquement l'usage agricole, d'où un vide juridique pour les autres usages. Ces normes concernent uniquement les quantités de micro organismes. Les protozoaires ne sont pas inclus directement, car considérées éliminées en même proportions que les helminthes. Les virus ne sont pas considérés non plus, du fait de la difficulté des tâches de routine pour leur détection.

Le tableau ci-dessous résume les recommandations microbiologiques de l'OMS des eaux usées traitées pour usage agricole ainsi que les techniques d'irrigation à utiliser.

Toutefois et dans certains cas particuliers on doit tenir compte des facteurs épidémiologique, socioculturel et environnementaux.

Tableau II.2 Recommandations microbiologique de l'OMS des eaux usées pour usage agricole

| Condition de réutilisation  | Catégorie | Groupes exposés                              | Technique d'irrigation                                     | Nématodes intestinaux | Coliformes fécaux /100ml | Traitement recommandé pour atteindre le niveau de la qualité microbiologique   |
|---|-----------|--|--|-----------------------|--------------------------|--|
| Irrigation sans restriction pour cultures maraichères consommées crues, les terrains de sport, les parcs publics. | A         | Travailleurs, consommateurs, public          | Toutes   | $\leq 1$              | $\leq 10^4$              | Série de bassin de stabilisation, réservoir de stockage et de traitement ou traitement équivalent permettant d'atteindre à qualité microbiologique escompté. |
| Irrigation restreinte céréale, culture industrielles, fourragère,   | B         | Travailleurs population dans l'environnement | Par aspersion<br>Par rigoles d'infiltration ou par gravité | $\leq 1 \leq 0.1e$    | $\leq 10^5 \leq 10^3$    | Série de bassin de rétention avec un temps de séjour suffisant (8 à 10 j) ou traitement  |

|  |   |         |                                 |                |                |  |
|--|---|---------|---------------------------------|----------------|----------------|--|
| pâturage et forêt  |   | proche. | Toutes                          |                |                | équivalent permettant l'abattement des œufs d'helminthe et des coliformes  |
| Irrigation localisé sur des cultures de la catégorie B s'il n'y pas d'exposition des travailleurs ou du public | C | Aucun   | Goutte à goutte Micro jet, etc. | Non applicable | Non applicable | Prétraitement nécessaire pour des raisons techniques liées à l'irrigation, mais pas moins qu'une sédimentation primaire. |

a : Dans certains cas, tenant compte du contexte épidémiologique, socioculturel et environnemental, ces limites sont chargées en conséquence.

b : Les espèces de Ascaris et Trichuris.

c : Durant la période d'irrigation

d : Des limites plus restrictives de moins de 200 coliformes fécaux /100ml sont plus appropriés pour les golfs, les hôtels et les espaces où le public peut avoir un contact direct avec les espaces irrigués.

e : Cette limite peut être augmentée à  $\leq 1$  œuf/l si :

i- il fait chaud et sec et que l'irrigation de surface n'est pas pratiquée

ii- le traitement de l'eau contient aussi des traitements chimiothérapeutiques anti helminthe.

f : Dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la récolte, et aucun fruit ne doit être récolté au sol. L'irrigation par aspersion ne doit pas être utilisée.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant :

*Tableau II.3: Normes de rejets internationales selon l'OMS*

| Paramètre   | Unité | Norme     |
|-------------|-------|-----------|
| PH          |       | 6.5 – 8.5 |
| DBO5        | Mg/l  | <30       |
| DCO         | Mg/l  | <90       |
| MES         | Mg/l  | <20       |
| NH4+        | Mg/l  | <0,5      |
| NO2         | Mg/l  | 1         |
| NO3         | Mg/l  | <1        |
| P2O5        | Mg/l  | <2        |
| Température | °C    | <30       |
| Couleur     | -     | Incolore  |
| Odeur       | -     | Inodore   |

## **II.11- Les phases de traitement :**

**II.11.1- Les prétraitements :** La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages. [42].

Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures.

Ils font appel :

□ à des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux ; [43]. Les gros déchets sont tout d'abord éliminés par un dégrilleur constitué de barreaux espacés de 10 à 50 mm suivi d'un dégrilleur plus fin (3 à 10 mm) ou d'un tamisage (0,1 à 3mm). [42].

□ À des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses (matières grasses). [43].

Le prétraitement se poursuit par l'élimination des particules denses ou abrasives ; cette étape est souvent couplée avec l'élimination des flottants, et en particulier des graisses, dans un ouvrage appelé dégraisseur/dessableur. [42]. La pollution présente dans les eaux résiduaires, une fois prétraitées, se compose d'une fraction de fines particules (les MES) qui n'ont pas été arrêtées par

le dégrillage ou le tamisage et des molécules organiques et minérales en solution vraie ou colloïdale.

En règle générale, l'élimination des MES est obtenue par décantation gravitaire alors que celle de la pollution soluble subit une dégradation biologique, mais pour certaines stations d'épuration, l'élimination des MES est réalisée dans l'ouvrage du traitement biologique. [42].

**II.11.2- Le traitement primaire :** Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. L'utilisation de réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique. Ce traitement permet donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire (de l'ordre de 65 à 80% de la DCO avec un traitement physico-chimique). [43].

Les matières en suspension ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau. Elles vont se décanter naturellement dans un décanteur primaire en 1 à 2 heures. L'eau ainsi clarifiée s'écoulera par débordement et les MES qui ont décanté au fond du bassin (boues primaires) seront extraites et envoyées vers les ouvrages de traitement des boues. [42].

L'élimination des MES peut également être réalisée par flottation naturelle (particule naturellement plus légère que l'eau) ou provoquée (l'injection de microbilles d'air qui se fixent sur les particules réduit leur densité apparente). Ce procédé appelé flottation est principalement utilisé dans le traitement des eaux résiduaires industrielles (élimination des MES sur les effluents hautement fermentescibles, ex : agroalimentaire), pour l'élimination des graisses au niveau du prétraitement, ou encore pour la concentration des boues biologiques. [42].

**II.11.3- Le traitement secondaire :** L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries. [43].

Ces traitements sont basés sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale ( $\text{NH}_3$  ....) et les matières constitutives de la DCO et de la DBO d'une part (aérobie), et à réduire d'autre part les molécules comportant de l'oxygène:  $\text{NO}_3$  (anoxie),  $\text{SO}_4$  et  $\text{CO}_2$  (anaérobie). Ils vont permettre ainsi d'éliminer la pollution soluble biodégradable et une partie des MES. [42].

### ***II.11.3.1- L'élimination de l'ammoniaque : la nitrification***

Contrairement à la matière organique, l'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes.

L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes :

- NH<sub>3</sub> est d'abord converti en nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) par des bactéries du genre Nitrosomonas.
- Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) par des bactéries du genre Nitrobacter. [42]

### ***II.11.3.2 - L'élimination des nitrates : la dénitrification***

Dans le cas de l'élimination biologique des nitrates, la dénitrification, la réaction nécessite l'oxydation concomitante d'une molécule organique ou minérale qui fournira l'énergie nécessaire à la réduction des nitrates en azote N<sub>2</sub>. [42].

On trouve deux groupes de procédés :

- Les procédés à culture fixée où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports.

L'eau à traiter coule au contact de ces supports. Les micro-organismes fixent donc la pollution organique et la dégradent (bio filtration par exemple) ;

- Les procédés à culture libre où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter.

Les microorganismes fixent la pollution et se développent sous forme de floccs biologiques que l'on peut séparer de l'eau traitée par décantation (boues activées par exemple). [43]

**II.11.4- Le traitement tertiaire** : vise à faire un traitement de dé phosphatation (élimination du phosphore) et de désinfection (élimination des germes pathogènes).

***II.11.4.1- La déphosphatation***: C'est un traitement qui vise principalement l'élimination du phosphore.

***II.11.4.1.1- Dé phosphatation biologique*** : Basée sur la succession de phases anaérobies et aérobies au cours du traitement biologique mais son rendement est en générale moins bon que celui de la dé phosphatation physico-chimique. [43].

***II.11.4.1.2- Dé phosphatation physico-chimique*** : La dé phosphatation peut être réalisée par précipitation physico-chimique en présence de sels minéraux comme le sulfate d'ammonium ou le chlorure ferrique et s'effectuer soit simultanément aux réactions biologiques dans le bassin de boues activées, soit en traitement final. [42].



**II.11.4.2- La désinfection** : La désinfection vise à réduire la concentration des germes pathogènes dans les effluents avant rejet dans l'environnement. Contrairement aux normes de désinfection pour la production d'eau potable qui spécifie l'absence totale de coliformes, les normes de rejets pour les eaux résiduaires urbaines ERU varient suivant la nature du milieu récepteur. On peut distinguer deux catégories de traitement :

Les procédés extensifs comme le lagunage et l'infiltration-percolation (filtration à travers un massif filtrant).

Dans le cas du lagunage, il ne subsistera qu'une bactérie pour 1000 ou 10 000 présentes dans l'eau résiduaire alors que dans le second cas il n'en subsistera qu'une pour 100 ou 1000.

Les procédés physico-chimiques intensifs comme la désinfection par le chlore, l'acide précéltique, les UV, l'ozone ou la filtration sur membranes d'ultra ou de microfiltration. L'efficacité de ces procédés dépendra des doses utilisées (abattement de 4 à 6 logarithmes), quant à la filtration sur membrane d'UF, elle permet une désinfection totale. [42].

#### **II.11.5- Le traitement des boues :**

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives.

D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physico-chimiques.

L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau. [42].

**II.11.5.1- Epaisseur des boues** : Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin :

D'en réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation ; [43].

Les matières organiques présentes dans les boues leur confèrent un caractère fermentescible qui se traduit lors de leur stockage par l'émission de nombreuses molécules odorantes (H<sub>2</sub>S, mercaptan....). Cette activité biologique indésirable peut être maîtrisée soit en la contrôlant dans un réacteur adéquat soit en augmentant le pH par une addition de chaux.

Deux familles de procédés biologiques peuvent être utilisées : la digestion anaérobie ou la stabilisation aérobie thermophile. [42].

**II.11.5.2- La déshydratation :** Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 85% d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle. Deux catégories de procédés sont généralement utilisées :

Les procédés mécaniques et les procédés thermiques.

Pendant la phase de séchage, les boues présentent un comportement plastique et collant pour des taux de matière sèche d'environ 50% ce qui implique certains aménagements des techniques et des matériels.

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850 c°) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique. [42].

**II.11.5.3- Incinération des boues :** Donc le problème des boues se pose en termes d'évacuation; trois solutions sont possibles :

La mise en décharge de boues stabilisées et déshydratées mais n'est plus réalisable à partir de 2002.

La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de composte, mais toujours stabilisées.

L'incinération qui présente un intérêt pour les boues auto combustible, c'est-à-dire fraîches et déshydratées. [43]

Quelle que soit la technique d'incinération, les fumées doivent être traitées avant rejet dans l'atmosphère. Ce traitement est d'autant plus complexe que la charge en poussière des fumées est élevée. Réalisé en plusieurs étapes, le traitement des fumées peut nécessiter un pré-cyclonage, un dépoussiérage électrostatique, un lavage, voir éventuellement une oxydation catalytique. [42].

# CHAPITRE III : Technique de Lagunage

## III.1 Introduction :

Le lagunage est dépendant des facteurs climatiques surtout de la température (qui va favoriser l'action des bactéries, l'évaporation), du vent (qui va favoriser les échanges gazeux, le brassage de l'eau); la pluviométrie (pour le niveau de l'eau), et l'ensoleillement (qui permet la photosynthèse).

Le rendement épuratoire varie selon la taille, la forme et le nombre de bassins qui est fonction du temps de séjour et des conditions climatiques locales.

Un système de lagunage est généralement constitué de trois bassins en série. Sur ce modèle de base, de nombreuses filières de traitement peuvent être adapté selon les besoins.

Toutefois le lagunage est dans certains domaines plus performants que les stations d'épuration, il représente des coûts d'investissement et de fonctionnement bien inférieur également. En revanche il nécessite une surface importante par équivalent habitant et des temps de séjours de l'eau usée extrêmement important. Une telle technologie n'est donc pas compatible avec les besoins d'une grande agglomération en termes d'emprise au sol et de flux quotidiens à traiter.

## III.2- Principe de traitement

Reproduire l'auto épuration naturelle d'un plan d'eau

### III.2.1- Fonctionnement :

Il consiste à faire circuler sur de longs temps de séjour l'effluent dans des bassins peu profonds.

La dégradation de la matière organique est assurée par des microorganismes aérobies.

L'activité photosynthétique assure l'apport d'oxygène nécessaire.

### III.2.2- Domaine d'application recommandé :

De 100 à 2 000 Equivalents habitants.

### III.2.3- Qualité du rejet

Performances épuratoires attendues

### III.2.4- Normes de rejet envisageables

DBO5 (mg/l) 30 mg/l \* 35 mg/l \*

DCO (mg/l) 90 mg/l \* 125 mg/l \*

MES (mg/l) 120 mg/l 150 mg/l  
NTK (mg/l) 40 mg/l 40 mg/l  
NGL (mg/l) 50 mg/l 50 mg/l  
PT (mg/l) 10 mg/l 10 mg/l  
E. Coli (n/100ml) 104 U/100ml 104 U/100ml

\* sur échantillon filtré

### **III.2.5- Avantages**

- Coûts de fonctionnement faibles.
- Simplicité et facilité d'exploitation (à relativiser en présence de lentilles d'eau et de flottants divers).
- Bon rendement sur la bactériologie, autorisant une éventuelle réutilisation des eaux épurées (attention à la colonisation des bassins par les oiseaux, qui peut remettre en cause cette qualité bactériologique).
- Moins sensible aux variations de charge hydraulique (Attention aux flux rejetés néanmoins).
- Stockage des boues durant 10 à 15 ans.
- Pas de besoin en énergie.
- Bonne intégration environnementale.

### **III.2.6- Inconvénients**

- Rendement moyen sur le carbone (influence saisonnière marquée)
- Rendement faible sur l'azote.
- Rejets d'algues microscopiques (consommation d'oxygène, incidence sur le pH, aspect visuel du milieu récepteur).
- Limite technique à l'infiltration (algues microscopiques).
- Maîtrise très limitée des processus épuratoires
- Pas adapté aux effluents concentrés
- Coûts d'investissement élevés en lien avec l'étanchéité naturelle des sols.
- Conditions d'évacuation des boues très délicates
- Risques de nuisances olfactives en cas de dysfonctionnement.
- Emprise foncière importante.

### **III.2.7- Principales caractéristiques techniques**

- Etage biologique : - 15m<sup>2</sup>/EH en 3 bassins
- 7,5m<sup>2</sup>/EH pour le premier bassin
- hauteur d'eau = 1 à 1,2 m
- < 10g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>/j sur le premier bassin

### **III.2.8- Le lagunage naturel (aérobie) :**

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matière vivante par les chaînes alimentaires aquatiques (chaînes trophiques). L'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies dont l'oxygénation est assurée par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique.

### **III.3- Le lagunage aéré :**

Contrairement au lagunage naturel où l'oxygène est fourni par la photosynthèse et le transfert à l'interface eau-atmosphère, dans le cas du lagunage aéré l'oxygène est produit artificiellement (aérateurs mécaniques, insufflation d'air...)

A la différence des "boues activées", il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne. C'est donc un procédé intermédiaire entre le lagunage naturel et les procédés biologiques traditionnels. Le traitement se compose de deux types de lagunes : lagune d'aération et lagune de décantation.

### **III.4- Le lagunage anaérobie :**

Dans ces lagunes, le rendement d'épuration escompté dépend essentiellement du développement d'une fermentation méthanique. Il n'est de ce fait applicable que sur des effluents à fortes concentrations et, le plus souvent, à titre de pré-traitement avant un deuxième stade d'épuration de type aérobie.

Les principes fondamentaux de ce système d'épuration sont surtout utilisés en climat tropical.

### **III.5- Le lagunage à haut rendement :**

C'est une technique particulière où l'épuration des eaux usées est obtenue grâce à une production algale particulièrement intensive. Dès sa création, le lagunage à haut rendement a été considéré non seulement comme une technique d'épuration des eaux usées, mais aussi comme un procédé de production d'une biomasse algale d'intérêt alimentaire, permettant donc une valorisation des eaux

usées des villes et des industries agroalimentaires. Le lagunage à haut rendement offre aujourd'hui certainement le plus grand potentiel de développement biotechnologique basé sur les micro-algues.

### III.6- Lagunage facultatif (F) :

Cette appellation tient au fait que ces lagunes placées en étage primaire ou secondaire font appel à des processus épuratoires aérobies dans la frange liquide et à des processus anaérobies au voisinage du fond où les boues sédimentent. Ces deux zones coexistent avec des importances relatives variables suivant l'apport de pollution.

Les charges organiques appliquées sont telles que l'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies. L'apport en oxygène nécessaire est assuré essentiellement par la photosynthèse des algues, en l'occurrence des microphytes, et secondairement par les échanges air/eau à la surface dépendant des vents. On parle également de lagunes à microphytes car on privilège le développement des micro-algues.

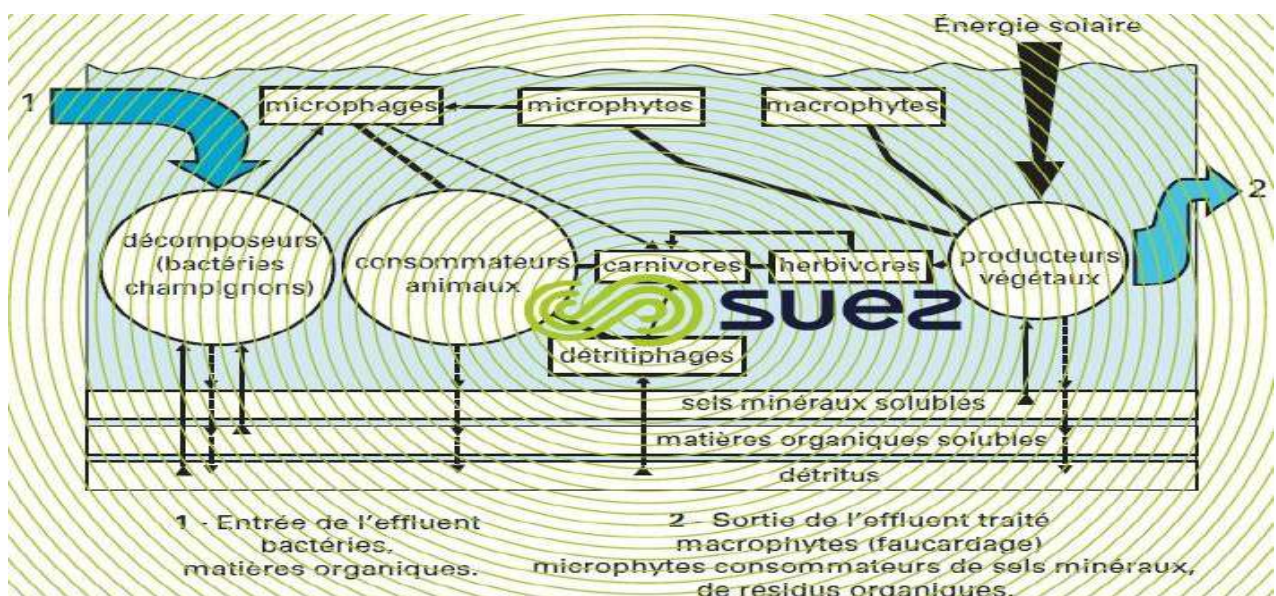
Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet cette production algale. Ces algues se développent à partir des produits de la dégradation bactérienne et des éléments directement assimilables dans les effluents.

En fait, tout un écosystème composé de bactéries, phytoplancton, zooplancton assure l'épuration.

Le développement de macrophytes (lentilles, roseaux...) n'est pas recherché car il affecte la pénétration de la lumière.

Le lagunage facultatif est le type de lagunage le plus répandu et s'utilise pour des effluents faiblement concentrés et sous des climats tempérés à tropicaux.

*Figure III.1- Schématise les principaux cycles biologiques se développant dans la lagune.*



### **III.7- Lagunage de maturation (M) :**

Ces lagunes sont également des lagunes à microphytes dont le fonctionnement est proche des lagunes facultatives mais où les conditions sont essentiellement aérobies compte tenu des faibles charges organiques appliquées à ce niveau de traitement.

Utilisé en traitement secondaire et surtout tertiaire, ces lagunes assurent une finition/polissage des effluents avant rejet et surtout sont employées à l'abattement des germes de contamination fécale dans une filière lagunage ou après un traitement compact (lagunage tertiaire). Siège d'un développement algal important notamment en période chaude, la qualité du rejet épuré en est affecté (MES) même si les normes prévoient d'éviter la prise en compte des algues (analyses sur échantillons filtrés).

### **III.8- Lagunage à macrophytes (Ma) :**

Cette fois, l'écosystème comprend des macrophytes ou végétaux macroscopiques qui comprennent des formes libres (ex. : lentilles d'eau, jacinthes d'eau, laitues d'eau...) ou fixées (ex. : roseaux).

Utilisée en traitement secondaire ou tertiaire sur des effluents faiblement concentrés, l'efficacité de ces lagunes n'est pas vraiment démontrée. Cette technique nécessite en effet d'exporter régulièrement la biomasse produite, opération relativement lourde.

### **III.9- Autres techniques de lagunage :**

Des techniques dérivées, en création ou réhabilitation d'installations, sont en cours de développement afin de réduire les surfaces d'emprise : aération et brassage partiel, alimentation étagée, recirculation d'effluent épuré chargé en algues.

## CHAPITRE IV : PRESENTATION DES STEP :

**IV.1- Introduction et définition :** Les STEP objet de cette études de Ghardaïa et de Ouargla conçues à fonctionner respectivement avec les techniques de lagunage naturel et aéré.

Le lagunage aéré, se caractérise par une utilisation à grande sécurité et un faible entretien, tout en supportant des pointes de charge. Les eaux pluviales peuvent être traitées simultanément en utilisant les lagunes comme bassin tampon. L'aération artificielle permet de ramener la surface au sol de 2 à 3 m<sup>2</sup>/EH, c'est-à-dire entre 5 et 10 fois moins que le lagunage naturel. Le coût du génie civil est relativement faible et l'implantation de lagunes aérées peut s'intégrer facilement dans le milieu naturel.

On parle de lagunage naturel : composé de plusieurs bassins en série, généralement 3 bassins, dont le 1<sup>er</sup> est conçu pour être facultatif et les suivants sont des lagunes de maturation.

### IV.2- STEP de Ghardaïa (Lagunage naturel)

**IV.2.1- Site et données de base :** Le site objet de cette étude est la STEP de Ghardaïa située à Kef Edoukhane dans la commune d'El Atteuf. Cette station a été mise en service en 2012, située à l'aval de la vallée d'Oued M' Zab. Elle a une capacité de traitement de 331 700 éq/hab. et couvre une superficie de 79 ha, avec 10 lits de séchage, 16 bassins divisés en 2 niveaux. Le débit moyen journalier à capacité nominale est de 46 400 m<sup>3</sup>/j. (Tableau IV.1)

*Tableau IV. 1- Evolution de la production des eaux usées dans la vallée du M'Zab ([27],2000)*

| Eaux usées                 | Unité             | 1996    | 2000    | 2010    | 2020    | 2030    |
|----------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Taux de branchement</b> | %                 | 85      | 85      | 90      | 95      | 100     |
| <b>éq/hab raccordés</b>    | u                 | 108 163 | 120 870 | 172 530 | 240 920 | 331 700 |
| <b>Débits moyens</b>       | m <sup>3</sup> /j | 15 143  | 16 922  | 24 154  | 33 729  | 46 438  |
| <b>% capacité nominale</b> | %                 | 33      | 36      | 52      | 73      | 100     |



*Photo IV.1 : STEP de Kef Edoukhane , Commune d'El Atteuf , W. Ghardaïa*



#### **IV.2.2- Caractéristiques et objectifs de la station d'épuration :**

La station mise en place assurant le traitement des eaux usées est caractérisée de:

- Prétraitement
- Traitement primaire par lagunage anaérobie
- traitement secondaire par lagunage facultatif
- Lits de séchage des boues

Et qui a pour objectifs de :

- Supprimer les nuisances et les risques de contamination au niveau des zones urbanisées
- Protéger le milieu récepteur et la ressource en eau de la vallée, en particulier la nappe phréatique
- Se donner la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour l'irrigation.

#### **IV.2.3 Paramètres d'analyse et de suivi :**

Les résultats d'analyse de cette étude ont été recueillis au niveau de la STEP de GHARDAIA couvrant la période allant du mois de janvier jusqu'au mois d'avril de la même année d'étude à savoir 2021.

**Tableau IV.2 - Résultats d'analyses STEP Ghardaïa (Lagunage naturel)**

| Paramètres / Janv |                         |                           |                 |             |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                   | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l          | 147,75                  | 60,33                     | 87,42           | 59,17%      |
| DBO5 mg/l         | 137,00                  | 22,00                     | 115,00          | 83,94%      |
| DCO mg/l          | 319,62                  | 74,14                     | 245,48          | 76,80%      |
| N-NH4 mg/l        | 65,38                   | 29,20                     | 36,18           | 55,34%      |
| NTK mg/l          | 58,40                   | 54,50                     | 3,90            | 6,68%       |
| N-NO2 mg/l        | 0,17                    | 0,14                      | 0,03            | 17,65%      |
| N-NO3 mg/l        | 1,18                    | 0,65                      | 0,53            | 44,92%      |
| PT mg/l           | 3,58                    | 2,04                      | 1,54            | 43,02%      |
| T °C              | 21,19                   | 14,59                     |                 |             |
| PH                | 7,84                    | 7,75                      |                 |             |
| DCO/DBO5          |                         | 3,37                      |                 |             |

| Paramètres / Fev |                         |                           |                 |             |
|------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                  | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l         | 145,00                  | 52,50                     | 92,50           | 63,79%      |
| DBO5 mg/l        | 167,50                  | 21,50                     | 146,00          | 87,16%      |
| DCO mg/l         | 335,60                  | 87,54                     | 248,06          | 73,92%      |
| N-NH4 mg/l       | 33,94                   | 19,08                     | 14,86           | 43,78%      |
| NTK mg/l         | 59,10                   | 56,20                     | 2,90            | 4,91%       |
| N-NO2 mg/l       | 0,13                    | 0,11                      | 0,02            | 15,38%      |
| N-NO3 mg/l       | 1,12                    | 0,59                      | 0,53            | 47,32%      |
| PT mg/l          | 4,19                    | 1,76                      | 2,43            | 58,00%      |
| T °C             | 21,17                   | 17,88                     |                 |             |
| PH               | 7,88                    | 7,89                      |                 |             |
| DCO/DBO5         |                         | 4,07                      |                 |             |

| Paramètres / Mars |                         |                           |                 |             |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                   | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l          | 137,30                  | 62,00                     | 75,30           | 54,84%      |
| DBO5 mg/l         | 131,00                  | 22,00                     | 109,00          | 83,21%      |
| DCO mg/l          | 317,12                  | 83,80                     | 233,32          | 73,57%      |
| N-NH4 mg/l        | 78,75                   | 34,80                     | 43,95           | 55,81%      |
| NTK mg/l          | 55,40                   | 52,60                     | 2,80            | 5,05%       |
| N-NO2 mg/l        | 0,24                    | 0,11                      | 0,13            | 54,17%      |
| N-NO3 mg/l        | 1,66                    | 0,90                      | 0,76            | 45,78%      |
| PT mg/l           | 2,92                    | 1,38                      | 1,54            | 52,74%      |
| T °C              | 24,91                   | 21,76                     |                 |             |
| PH                | 7,72                    | 7,82                      |                 |             |
| DCO/DBO5          |                         | 3,81                      |                 |             |

| Paramètres / Avril |                         |                           |                 |             |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                    | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l           | 190,58                  | 72,68                     | 117,90          | 61,86%      |
| DBO5 mg/l          | 143,00                  | 25,20                     | 117,80          | 82,38%      |
| DCO mg/l           | 342,47                  | 91,00                     | 251,47          | 73,43%      |
| N-NH4 mg/l         | 25,02                   | 16,06                     | 8,96            | 35,81%      |
| NTK mg/l           | 57,80                   | 54,90                     | 2,90            | 5,02%       |
| N-NO2 mg/l         | 0,84                    | 0,45                      | 0,39            | 46,43%      |
| N-NO3 mg/l         | 2,23                    | 1,02                      | 1,21            | 54,26%      |
| PT mg/l            | 2,90                    | 1,36                      | 1,54            | 53,10%      |
| T °C               | 26,31                   | 23,61                     |                 |             |
| PH                 | 7,98                    | 8,09                      |                 |             |
| DCO/DBO5           |                         | 3,61                      |                 |             |

### IV.3 STEP d'Ouargla (Lagunage aéré) :

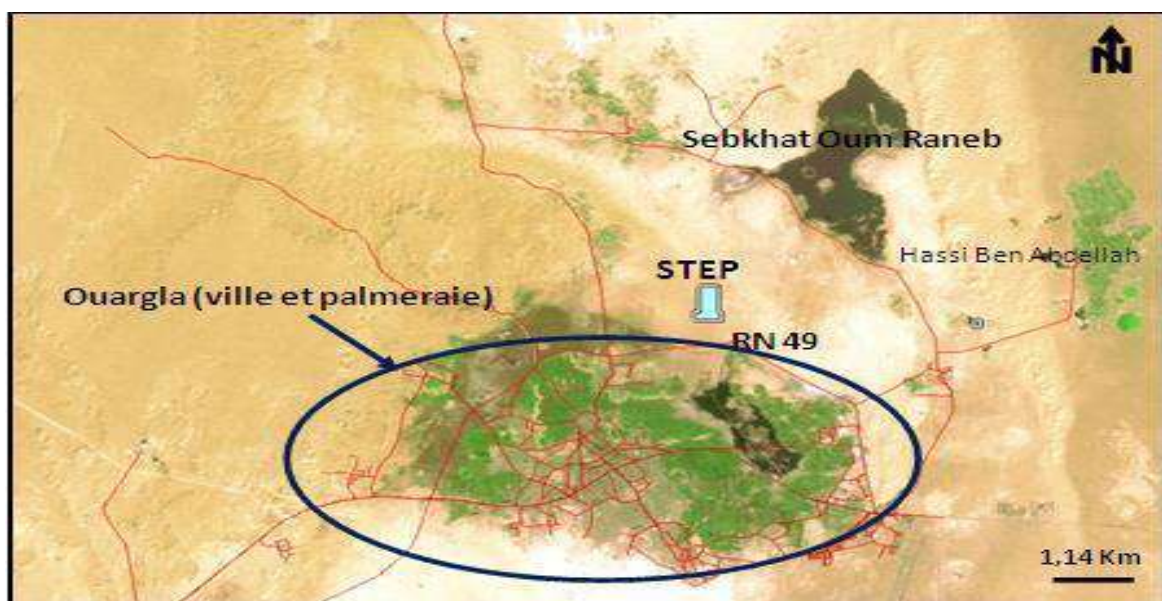
**IV.3.1 Site et données de bases :** La STEP d' Ouargla est destinée à épurer les eaux usées provenant de toutes les agglomérations de la ville d'Ouargla. Située à environ 7km nord-est de la ville d'Ouargla, près de l'ONA au niveau de la route de déviation de la ville d'Ouargla menant vers la commune d'Ain El-Beida.

**IV.3.2 Capacité de traitement :** La station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré d'Ouargla mise en service en 2009 aura une capacité de traitement de 400 000 éq/hab. à l'horizon de 2030. Elle couvre une superficie de 80 ha, avec 11 lits de séchage, 8 bassins divisés en 3 niveaux. Le débit moyen journalier était de 57 000 m<sup>3</sup> /j en 2015 et sera de 74027m<sup>3</sup> /j à l'horizon 2030 (Tableau IV.3).

*Tableau IV.3 : Charges hydrauliques et polluantes aux différents horizons STEP Ouargla*

| Eaux usées          | Unité | 2005    | 2015    | 2030    |
|---------------------|-------|---------|---------|---------|
| Taux de branchement | %     | 70      | 95      | 100     |
| EH raccordés        | U     | 142 937 | 260 102 | 393 592 |
| Débit total         | M3/J  | 40 906  | 56 997  | 74 027  |
| % capacité nominale | %     | 55      | 77      | 100     |

*Photo IV.2 : STEP de Ouargla - Photo Satellite*



### IV3.3- Objectifs de l'épuration :

- Suppression des nuisances et des risques épidémiologiques par :  
L'élimination des rejets directs d'eaux usées dans la nature.
- Suppression des apports hydriques à la nappe superficielle à savoir lutter contre la remontée des nappes.
- Valorisation des eaux épurées : on recense trois réutilisations possibles :
  - Valorisation agricole : irrigation de palmeraies existantes ou création de nouveaux périmètres.
  - Réhabilitation du chott Est : suppression des rejets directs et aménagement en zone humide
  - Requalification du plan d'eau d'Oum R'neb : suppression des rejets directs

### IV3.4 paramètres d'analyse et de suivi :

Les résultats d'analyses à utiliser dans cette étude représentent la moyenne de trois années de suivi [30]

*Tableau IV.4- Résultats d'analyses STEP Ouargla (Lagune aérée)*

| Paramètres / Janv |                         |                           |                 |             |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                   | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l          | 166,91                  | 64,25                     | 102,66          | 61,51%      |
| DBO5 mg/l         | 141,66                  | 22,30                     | 119,36          | 84,26%      |
| DCO mg/l          | 294,39                  | 41,64                     | 252,75          | 85,86%      |
| N-NH4 mg/l        | 45,08                   | 30,30                     | 14,78           | 32,79%      |
| NTK mg/l          | 55,87                   | 52,70                     | 3,17            | 5,67%       |
| N-NO2 mg/l        | 0,24                    | 0,20                      | 0,04            | 16,67%      |
| N-NO3 mg/l        | 2,43                    | 1,30                      | 1,13            | 46,50%      |
| PT mg/l           | 5,76                    | 4,54                      | 1,22            | 21,18%      |
| T °C              | 20,34                   | 14,17                     |                 |             |
| PH                | 7,60                    | 7,75                      |                 |             |
| DCO/DBO5          |                         | 1,87                      |                 |             |

| Paramètres / Fev |                         |                           |                 |             |
|------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                  | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l         | 231,85                  | 72,94                     | 158,91          | 68,54%      |
| DBO5 mg/l        | 180,41                  | 23,51                     | 156,90          | 86,97%      |
| DCO mg/l         | 443,63                  | 87,86                     | 355,77          | 80,20%      |
| N-NH4 mg/l       | 42,63                   | 27,81                     | 14,82           | 34,76%      |
| NTK mg/l         | 54,77                   | 52,13                     | 2,64            | 4,82%       |
| N-NO2 mg/l       | 0,29                    | 0,19                      | 0,10            | 34,48%      |
| N-NO3 mg/l       | 1,83                    | 1,47                      | 0,36            | 19,67%      |
| PT mg/l          | 4,63                    | 3,42                      | 1,21            | 26,13%      |
| T °C             | 20,67                   | 15,01                     |                 |             |
| PH               | 7,76                    | 7,90                      |                 |             |
| DCO/DBO5         |                         | 3,74                      |                 |             |

| Paramètres / Mars |                         |                           |                 |             |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                   | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l          | 304,64                  | 67,16                     | 237,48          | 77,95%      |
| DBO5 mg/l         | 170,50                  | 23,57                     | 146,93          | 86,18%      |
| DCO mg/l          | 365,23                  | 95,57                     | 269,66          | 73,83%      |
| N-NH4 mg/l        | 30,73                   | 23,23                     | 7,50            | 24,41%      |
| NTK mg/l          | 57,19                   | 53,73                     | 3,46            | 6,05%       |
| N-NO2 mg/l        | 0,22                    | 0,16                      | 0,06            | 27,27%      |
| N-NO3 mg/l        | 1,16                    | 0,94                      | 0,22            | 18,97%      |
| PT mg/l           | 4,39                    | 3,17                      | 1,22            | 27,79%      |
| T °C              | 22,10                   | 18,01                     |                 |             |
| PH                | 7,89                    | 8,02                      |                 |             |
| DCO/DBO5          |                         | 4,05                      |                 |             |

| Paramètres / Avril |                         |                           |                 |             |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                    | Entrée STEP (Eau brute) | Sortie STEP (Eau traitée) | Charge éliminée | Performance |
| MES mg/l           | 168,82                  | 98,90                     | 69,92           | 41,42%      |
| DBO5 mg/l          | 132,83                  | 28,66                     | 104,17          | 78,42%      |
| DCO mg/l           | 350,88                  | 119,05                    | 231,83          | 66,07%      |
| N-NH4 mg/l         | 44,71                   | 27,77                     | 16,94           | 37,89%      |
| NTK mg/l           | 54,45                   | 51,25                     | 3,20            | 5,88%       |
| N-NO2 mg/l         | 0,21                    | 0,13                      | 0,08            | 38,10%      |
| N-NO3 mg/l         | 3,32                    | 2,37                      | 0,95            | 28,61%      |
| PT mg/l            | 3,60                    | 2,69                      | 0,91            | 25,28%      |
| T °C               | 25,02                   | 21,75                     |                 |             |
| PH                 | 7,83                    | 7,92                      |                 |             |
| DCO/DBO5           |                         | 4,15                      |                 |             |

#### IV.4- Méthode de prélèvement :

Les prélèvements doivent être réalisés conformément à la norme AFNOR NF EN 25667 (ISO 5667).

Les mesures de PH et de la température sont généralement prises in-situ.

#### IV.5- Procédures d'analyse :

Ceux –ci sont énumérés dans le tableau suivant :

*Tableau IV.5- Procédures et méthodes d'analyses*

| Ordre | Paramètre                 | Méthode de référence                                       |
|-------|---------------------------|--|
| 01    | Température de l'eau      | Thermométrie :<br>Thermomètre électronique<br>type Hanna   |
| 02    | Potentiel Hydrogène PH    | Electro-métrieque PH mètre                                 |
| 03    | Oxygène dissous (mg O2/l) | Potentiométrique ( Oxymètre<br>portatif, Oxi 340i/Set WTW) |
| 04    | MES (mg/l)                | Gravimétrieque : filtration sur                            |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | membrane 0.45µm et séchage à l'étuve à 105°C et pesée.         |
| 05 | Demande biologique en oxygène<br>DBO5                         | Mesure auto-control DBO Oxi TOP IS 12 et THERMOSTAT TS 606/4-i |
| 06 | Demande chimique en oxygène<br>DCO                            | DCO mètre par la méthode de bicarbonate de potassium K2 Cr2 O7 |
| 07 | L'ammonium et nitrite ,<br>Nitrate et phosphore total,<br>NTK | Spectrophotomètre DR.2800<br>Hatch Lange                       |
| 08 | Conductivité électrique CE                                    | Conductimètre portatif avec sonde intégrée.                    |

#### **IV.5.1 : Matières en suspensions MES :**

*IV.5.1.1 But d'analyse :* C'est de déterminer la teneur de matières en suspensions d'une eau traitée

***Principe :***

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

***IV.5.1.2 Appareillage :***

- ▶ Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- ▶ Filtre.
- ▶ Etuve (MEMMERT. UNB).
- ▶ Dessiccateur.
- ▶ Pompe à vide.

***IV.5.1.3 Préparation des filtres par l'eau distillée***

- ▶ Laver le filtre par l'eau distillée.
- ▶ Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- ▶ Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- ▶ Peser

#### IV.5.1.4 Filtration de l'échantillon

- ▶ Placer le filtre (la partie lisse en bas) sur le support de filtration.
- ▶ Agiter le flacon d'échantillon.
- ▶ Verser un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée.
- ▶ Filtré l'échantillon.
- ▶ Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée
- ▶ Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pinces.
- ▶ Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- ▶ Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- ▶ Peser le filtre.

#### IV.5.1.5 Expression des résultats :

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

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

MES : La teneur en MES en (mg/l).

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

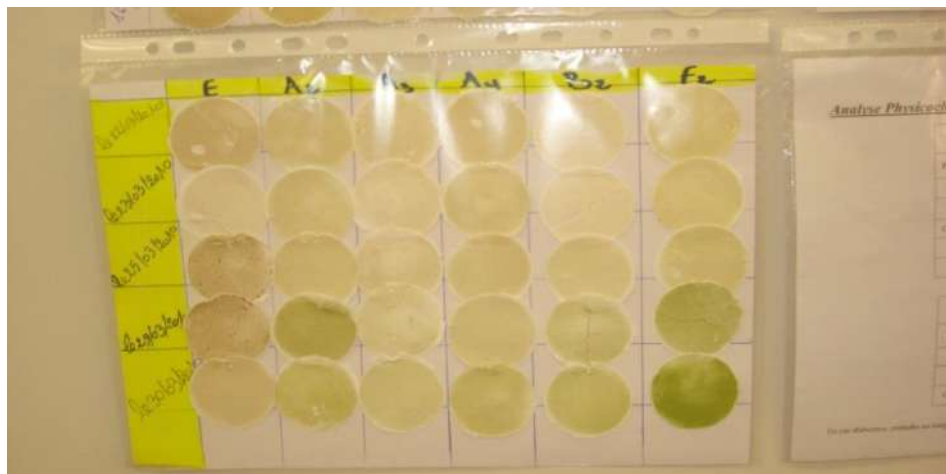
M0 : La masse en (mg) de la capsule vide.

V : Volume de la prise d'essai en (ml).But d'analyse est de :

Déterminer la teneur de matière en suspension d'une eau traitée.

**Principe :** Après filtration d'un échantillon le poids est la différence de pesée avant et après séchage.

**Appareillage :** Balance de précision électronique – Filtre – Etuve – Dessiccateur – Pompe à vide.





*Photo IV.3 Unité de filtration avec pompe à vide*

## **IV.5.2- Résidu sec**

### *IV.5.2.1- Appareillage*

- ▶ Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- ▶ Etuve (MEMMERT. UNB).
- ▶ Bicher.
- ▶ Dessiccateur.

### *IV.5.2.2- Procédure*

- ▶ Peser le Bicher vide.
- ▶ Verser un volume de 50 ml d'échantillon dans le bicher.
- ▶ Mettre le bicher dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- ▶ Laisser refroidir dans le dessiccateur
- ▶ Après constat d'évaporation totale de l'eau pesé le Bicher.

### *IV.5.2.3- Expression des résultats*

Calculé par l'expression suivante :

$$\mathbf{RS = (P2 - P1) 1000 / V}$$

RS : Résidu sec.

P1 : Le poids en mg de la capsule vide.

P2 : Le poids en mg de capsule plié.

V : La prise d'essai d'eau à analyser en ml





*Photo IV.4 Balance électronique*



*Photo IV.5 Dessiccateur*

### **IV.5.3- La demande chimique en oxygène (D.C.O)**

**IV.5.3.1- But d'analyse :** La mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération en nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO5.

**IV.5.3.2- Principe :** 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 ( $HgSO_4$ ).

#### **IV.5.3.3- Appareillage :**

- ▶ Pipette jaugée à 2 ml.
- ▶ Spectrophotomètre (DR 2800).
- ▶ Réacteur DCO à 150°C (HACH. LANGE).

#### **IV.5.3.4- Réactif :**

- ▶ Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.
- ▶ Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations

#### **IV.5.3.5- Procédure :**

- ▶ Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO
- ▶ Agiter et Placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- ▶ Laisser refroidir à température ambiante.

- ▶ Mesurer directement la concentration de la DCO par spectrophotomètre DR 2800.

#### *IV.5.3.6- Expression des résultats : La teneur en DCO est donnée en mg/l :*



*Photo IV.6- Réactifs DCO    Photo IV.7- Spectrophotomètre    Photo IV.8- Réacteur DCO*

### **IV.5.4 - La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

*IV.5.4.1- Principe :* L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP

#### *IV.5.4.2- Appareillage*

- ▶ Réfrigérateur conservant une température de 20°C
- ▶ Un agitateur magnétique.
- ▶ Bouteilles brune de 510 ml.
- ▶ OXI TOP
- ▶ Pastilles hydroxyde de sodium (pour absorber le CO<sub>2</sub> dégagé par le microorganisme).

*IV.5.4.3- Procédure :* La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour la DBO<sub>5</sub>.

Volume de la prise d'essai (DBO<sub>5</sub>) = DCO (mg/l) × 0.80, pour les eaux urbaine.

- ▶ Introduit la quantité de l'eau à analyser suivant le tableau en fonction de la valeur de DCO.

*Tableau IV.6- Volume d'échantillon d'après la DCO.*

| La charge        | DCO (mg/l) | Prise d'essai (ml) | Facteur |
|------------------|------------|--------------------|---------|
| Très faible      | 0-40       | 432                | 1       |
| Faible           | 0-80       | 365                | 2       |
| Moyenne          | 0-200      | 250                | 5       |
| Plus que moyenne | 0-400      | 164                | 10      |
| Un peu chargée   | 0-800      | 97                 | 20      |
| Chargée          | 0-2000     | 43.5               | 50      |
| Très chargée     | 0-4000     | 22.7               | 100     |

- ▶ Introduit la barre aimantée (agitateur) et les 2 pastilles d'hydroxyde de sodium
- ▶ Visser la tête de mesure sur les bouteilles.
- ▶ Appuyer simultanément sur les touches (S+M) durant 3 secondes jusqu'à apparition du message (00).
- ▶ Mettre au réfrigérant à 20°C pendant cinq jours.
- ▶ Lire au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle.

### Expression des résultats

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{Lecteur} \times \text{Facteur.}$$



*Photo IV.9 - DBO mètre.*

## IV.5.5- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température

**IV.5.5.1- Principe :** La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée. Plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. L'unité de conductivité est  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Pour sa mesure, nous avons eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide du Conductimètre de poche Cond 340 i

### IV.5.5.2- Appareillage :

- ▶ Conductimètre de poche Cond 340 i
- ▶ Pissette eau déminéralisé.
- ▶ Solution KCl (3 mol/L) pour calibrage.

### IV.5.5.3- Procédure :

- ▶ Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- ▶ Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- ▶ Lire la CE et la salinité et la température des stabilise de celle-ci.
- ▶ Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans l'eau dminéralisée.



*Photo IV.10-Conductimètre*

## IV.5.6- Détermination de pH

### *IV.5.6.1- But d'analyse :*

Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

### *IV.5.6.2- Appareillage :*

- ▶ Un pH- mètre portable.
- ▶ Solution étalon 4.7 et 10.
- ▶ Pissette eau déminéralisé.

### *IV.5.6.3- Procédure*

- ▶ Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- ▶ Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- ▶ Lire le pH à température stable
- ▶ Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans une solution électrolyte.



*Photo IV.11- PH mètre*

## IV.5.7- Détermination de l'O<sub>2</sub> dissous

*IV.5.7.1- Principe :* La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologiques de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, par les algues. Actuellement, la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les

différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de poche Oxi 340 i

#### *IV.5.7.2- Matériel nécessaire :*

- ▶ Un oxymètre.
- ▶ Solution alcaline électrolyte pour calibrage.
- ▶ Pissette eau déminéralisé.



*Photo IV.12- Oxymètre*

#### **IV.6- Facteurs influençant le pouvoir épuratoire :**

Se sont les facteurs climatique (Température, vent, ensoleillement,..), facteurs physique (nature des bassins et temps de séjour) et enfin les facteurs chimiques (PH, charges organiques).

#### **IV.7- Evaluation de la bio-dégradabilité des eaux usées des zones d'étude :**

Les eaux sont classées en deux catégories: biodégradable et non biodégradables.

Le calcul du coefficient de biodégradabilité des effluents des eaux brutes.

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées de la ville d'Ouargla et le calcul des rapports DCO/DBO5, DBO5/DCO, et l'estimation de la Matière Oxydable (MO), présente des intérêts très importants. Et il dépend de la nature et de l'origine des eaux usées, qui peuvent être domestiques ou Industrielles [32]. Il est calculé par le rapport :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO5}$$

Une valeur faible du rapport  $K = \text{DCO} / \text{DBO5}$  implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique. Le rapport  $\text{DCO} / \text{DBO5}$  permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport  $\text{DCO} / \text{DBO5}$  inférieur à 3). La Matière Oxydable (MO) est calculée par la relation suivante :

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO5} + \text{ DCO}) / 3$$

Le calcul de ces rapports et l'estimation de la Matière Oxydable pour la station d'eau usée étudiée fait ressortir les valeurs regroupées dans les tableaux suivants :

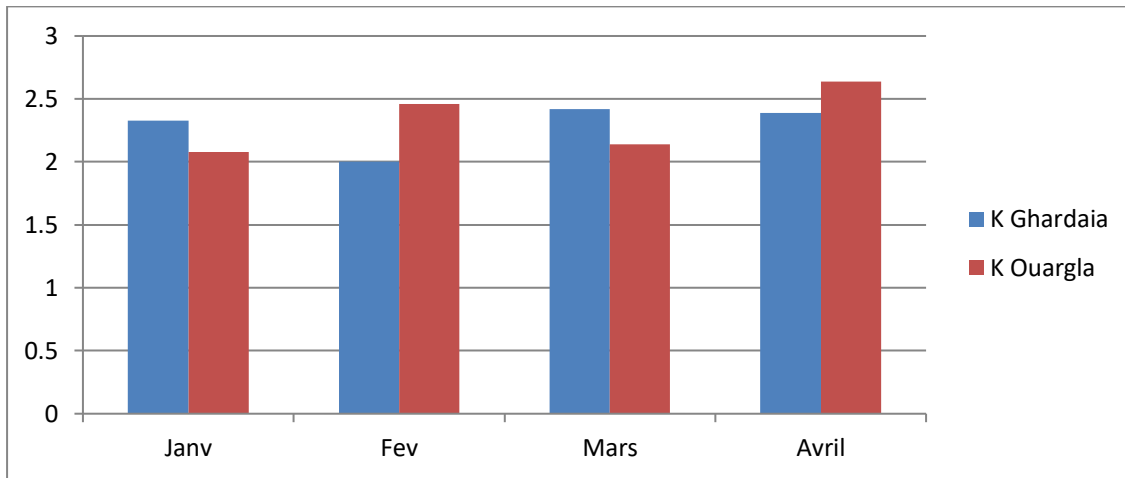
*Tableau IV.7- Coefficients des eaux usées de la STEP de GHARDAIA*

| Parametre       | JANV   | FEV    | MARS   | AVRIL  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>DBO5</b>     | 137,00 | 167,50 | 131,00 | 143,00 |
| <b>DCO</b>      | 319,62 | 335,60 | 317,12 | 342,47 |
| <b>MO</b>       | 197,87 | 223,53 | 193,04 | 209,49 |
| <b>DCO/DBO5</b> | 2,33   | 2,00   | 2,42   | 2,39   |
| <b>DBO5/DCO</b> | 0,43   | 0,50   | 0,41   | 0,42   |

*Tableau IV.8 - Coefficients des eaux usées de la STEP de OUARGLA*

| Parametre       | JANV   | FEV    | MARS   | AVRIL  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>DBO5</b>     | 141,66 | 180,41 | 170,50 | 132,83 |
| <b>DCO</b>      | 294,39 | 443,63 | 365,23 | 350,88 |
| <b>MO</b>       | 192,57 | 268,15 | 235,41 | 205,51 |
| <b>DCO/DBO5</b> | 2,08   | 2,46   | 2,14   | 2,64   |
| <b>DBO5/DCO</b> | 0,48   | 0,41   | 0,47   | 0,38   |

*Grphe IV.1 – Histogramme comparatif du Coefficient de biodégradabilité K des STEP de Ghardaïa et d'OUARGLA*



### **Interpretation :**

Nous remarquons que les valeurs du DCO/DBO5 de la STEP DE Ghardaïa varient d'une valeur minimale de 2,00 observée au mois de Février à une valeur maximale observée au mois de Mars qui est de 2.42 et que la valeur moyenne du rapport DCO/DBO5 durant les quatre mois de suivi est de 2.29. Pour la STEP d'Ouargla ce rapport varie d'une valeur minimale de 2.08 observée au mois de Janv. à une valeur maximale observée au mois d'avril qui est de 2.64 et que la valeur moyenne du rapport DCO/DBO5 est de 2.33.

On peut conclure que les eaux usées urbain chargées de matière organique des deux STEP sont moyennement dégradable car le coefficient de la biodégradabilité moyen K est  $1.5 < \text{DCO/DBOS} < 2.5$ .

Un coefficient K élevé peut traduire la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne tels que les détergents et les hydrocarbures.

Les eaux résiduaires des deux STEP sont d'origine domestique.  $K < 3$ .



# CHAPITRE V : PERFORMANCES EPURATOIRES DES STEP :

## V.1. Introduction

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par les stations d'épuration des eaux usées par lagunage naturel pour la ville de Ghardaïa et par lagunage aéré pour la ville d'Ouargla.

Pour déterminer la qualité des eaux usées des dites stations d'épuration, nous utiliserons les données d'analyses des différents paramètres de pollution qui sont: la température, le pH, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>), les nitrate (NO<sub>3</sub>), les nitrites (NO<sub>2</sub>).

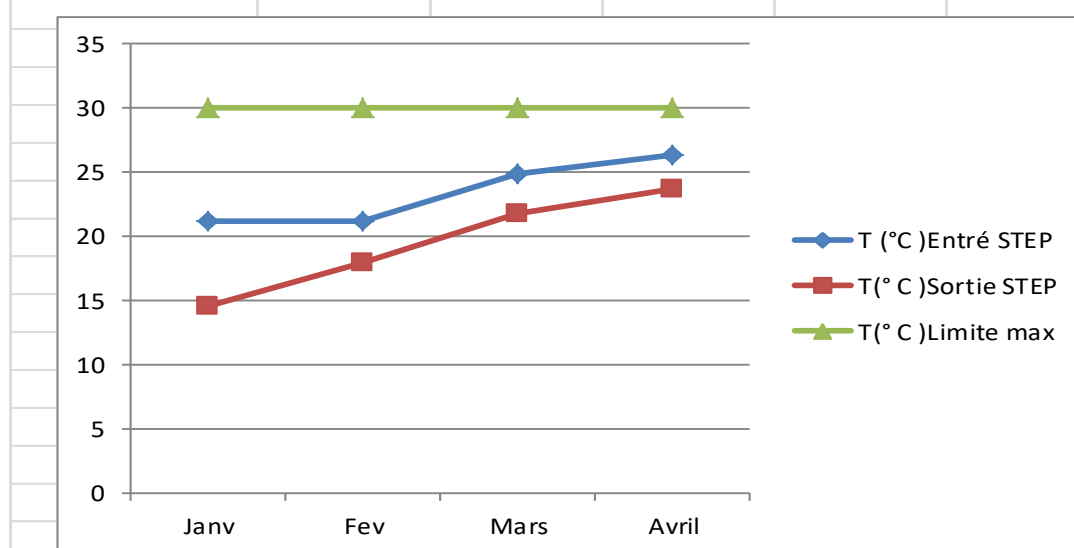
## V.2- TEMPERAURE:

### V.2.1- Station de Ghardaïa Lagunage naturel :

Tableau V.1 Température des effluents à l'entrée et à la sortie de la STEP Ghardaia

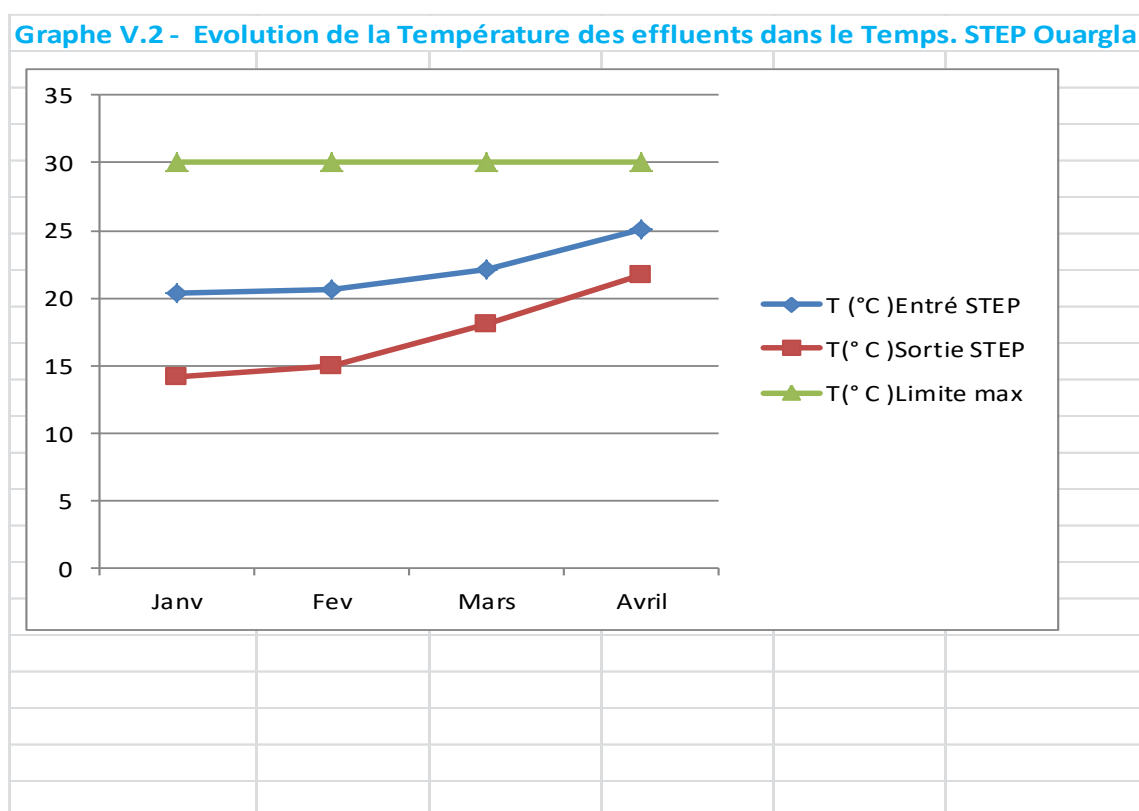
| TEMPERATURE        | Janv  | Fev   | Mars  | Avril | T Moyenne (°C) |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| T (°C) Entré STEP  | 21,19 | 21,17 | 24,91 | 26,31 | 23,395         |
| T (°C) Sortie STEP | 14,59 | 17,88 | 21,76 | 23,61 | 19,46          |
| T (°C) Limite max  | 30    | 30    | 30    | 30    | 30             |

Graph V.1: Evolution de la Température des effluents dans le Temps. STEP Ghardaia



## V.2.2- Station de Ouargla (Lagunage aéré) :

Tableau V.2 Température des effluents à l'entrée et à la sortie de la STEP Ouargla



### Interpretation ;

A partir de ces deux figures on constate que la norme des rejets urbains des deux villes Ghardaïa et Ouargla est respectée à savoir Température <30°C

Pour la station de Ghardaïa les températures relevée à l'entré de la STEP : T Min =21.17°C au mois de Fev et T MAX=26.31°C au mois Avril avec une moyenne de 23.40°C et les températures relevées à la sortie de la STEP : T Min=14.59°C au mois de Janv et T Max= 23.61°C au mois Avril avec une moyenne de 19.46°C.

Pour la station de Ouargla les températures relevée à l'entré de la STEP : T Min =20.34°C au mois de Janv et T MAX=25.02°C au mois Avril avec une moyenne de 22.03°C et les températures relevées à la sortie de la STEP : T Min=14.17°C au mois de Janv et T Max= 21.71°C au mois Avril avec une moyenne de 17.23°C.

On constate une bonne décomposition de la matière organique vue la température des effluents qui reste dans les normes et sans risques de développements des micropolluants et proliférations d'algues bleu responsable des toxiques.

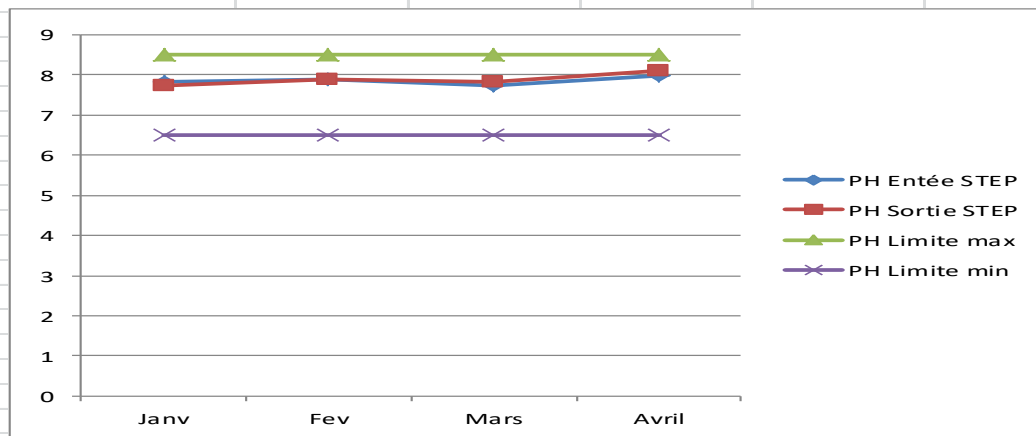
## V.3- Potentiel hydrique: PH

### V3.1 Station de GHARDAIA:

Tableau V.3 Mesures de PH à l'entrée et à la sortie de la STEP Ghardaia

| PH             | Janv | Fev  | Mars | Avril | PH Moyen |
|----------------|------|------|------|-------|----------|
| PH Entée STEP  | 7,84 | 7,88 | 7,72 | 7,98  | 7,86     |
| PH Sortie STEP | 7,75 | 7,89 | 7,82 | 8,09  | 7,89     |
| PH Limite max  | 8,5  | 8,5  | 8,5  | 8,5   | 8,50     |
| PH Limite min  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5   | 6,50     |

Graphe V.3 - Evolution de PH des effluents dans le Temps. STEP Ghardaia

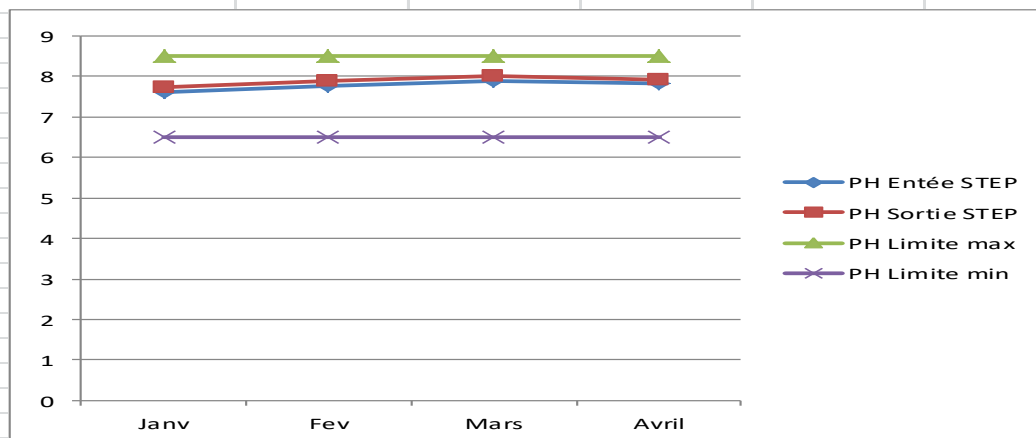


### V3.2 Station de Ouargla:

Tableau V.4 Mesures de PH à l'entrée et à la sortie de la STEP Ouargla

| PH             | Janv | Fev  | Mars | Avril | PH Moyen |
|----------------|------|------|------|-------|----------|
| PH Entée STEP  | 7,6  | 7,76 | 7,89 | 7,83  | 7,77     |
| PH Sortie STEP | 7,75 | 7,9  | 8,02 | 7,92  | 7,90     |
| PH Limite max  | 8,5  | 8,5  | 8,5  | 8,5   | 8,50     |
| PH Limite min  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5   | 6,50     |

Graphe V.4 - Evolution de PH des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



## Interprétations:

Pour la station de GHARDAIA, le PH mesuré pour les eaux brutes varie entre 7.72 et 7.98, avec une valeur moyenne de 7.86, c'est une valeur située dans la fourchette des limites de rejets directs qui est comprise entre 6.5 et 8.5. L'épuration nous a conduits à des valeurs stables de PH comprises entre 7.75 et 8.09, avec une moyenne de 7.89. L'élévation de ce paramètre est due au cycle photosynthétique diurne, mais ses valeurs restent dans la limite des normes requises pour les eaux destinées à l'irrigation.

Il est de même pour la station d'OUARGLA, le PH mesuré pour les eaux brutes varie entre 7.60 et 7.89, avec une valeur moyenne de 7.77

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 7.75 et 8.02, avec une valeur moyenne de 7.90.

Avec les mêmes constatations et interprétations nous considérons que les eaux traitées de la STEP de Ouargla sont valables aussi pour l'irrigation.

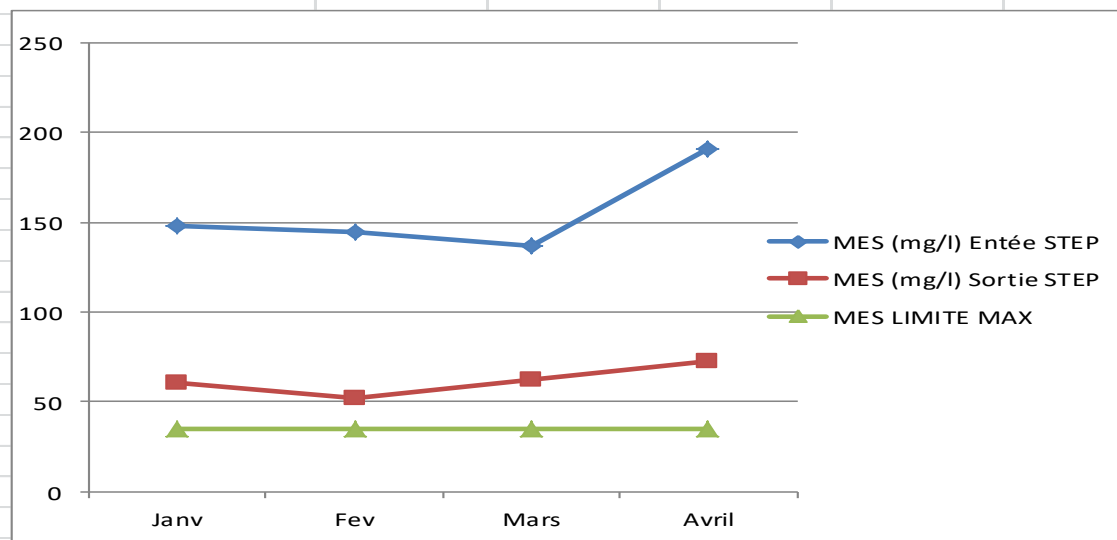
## V.4 Les matières en suspension : MES

### V.4.1 STEP de Ghardaïa :

Tableau V.5 Valeurs de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa

| MES                    | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | MES Moyen |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| MES (mg/l) Entée STEP  | 147,75 | 145    | 137,3  | 190,58 | 155,16    |
| MES (mg/l) Sortie STEP | 60,33  | 52,5   | 62     | 72,68  | 61,88     |
| MES LIMITE MAX         | 35     | 35     | 35     | 35     | 35,00     |
| ABBATEMENT %           | 59,17% | 63,79% | 54,84% | 61,86% | 59,92%    |

Graphée V.5 - Evolution des MES des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa

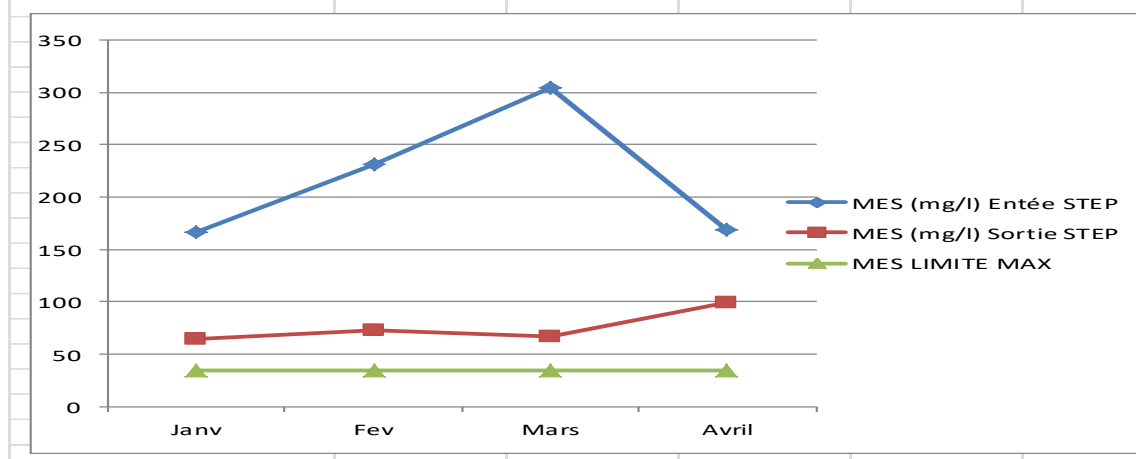


## V.4.2 STEP Ouargla :

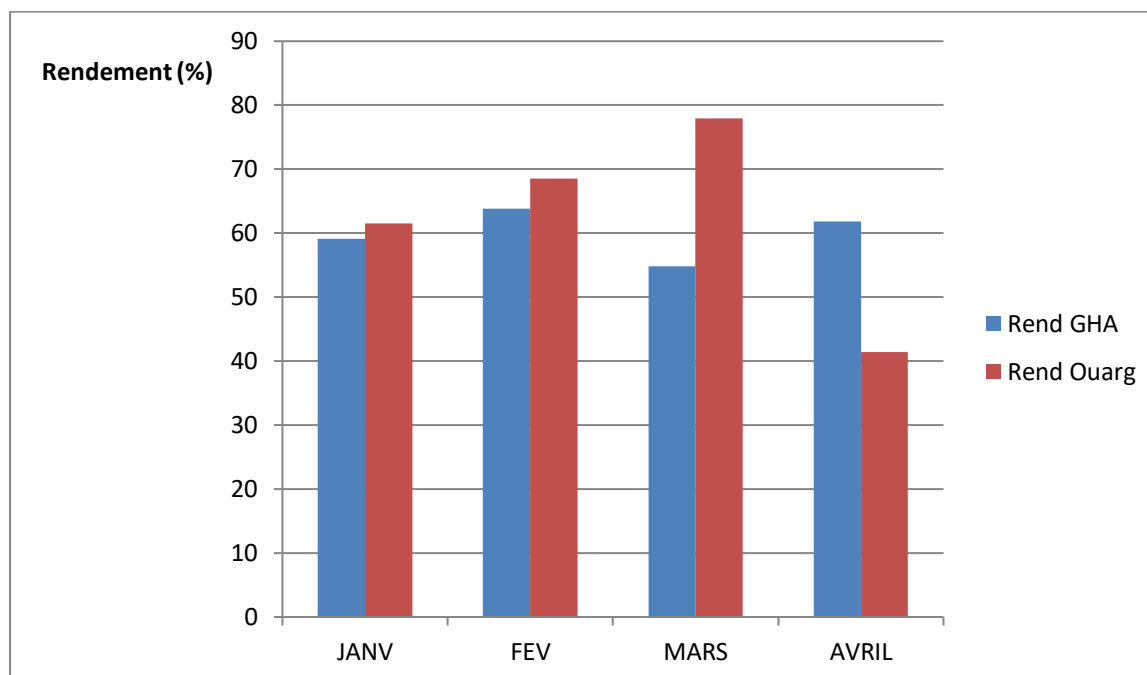
Tableau V.6 Valeurs de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP Ouargla

| MES                    | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | MES Moyen |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| MES (mg/l) Entée STEP  | 166,91 | 231,85 | 304,64 | 168,82 | 218,06    |
| MES (mg/l) Sortie STEP | 64,25  | 72,94  | 67,16  | 98,9   | 75,81     |
| MES LIMITE MAX         | 35     | 35     | 35     | 35     | 35,00     |
| ABBATEMENT %           | 61,51% | 68,54% | 77,95% | 41,42% | 62,35%    |

Graphe V.6 - Evolution des MES des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



Graphe V.7- Histogramme comparatif des rendements MES des deux STEP (Ghardaia- Ouargla)



**Rendement Moyen MES STEP Ghardaia ; 59.92%**

**Rendement Moyen MES STEP Ouargla; 62.35%**

## Interprétations:

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique. La quantité de la matière en suspension à l'entrée de la STEP de Ghardaïa varie entre 137 mg/L et 191 mg/L, avec une moyenne de 155 mg/L. Pour la STEP de Ouargla cette valeur varie entre 167mg/l et 305mg/l avec une moyenne de 218mg/l tandis que pour les eaux traitées dans la STEP de Ghardaïa cette valeur varie entre 53mg/l et 73mg/l avec une moyenne de 62mg/l et dans la station de Ouargla elle varie entre un minimum de 64mg/l et un maximum de 99mg/l et une moyenne de 76mg/l, comparer ces valeurs d'une eau traitée à celle admise par l'OMS qui est de 35mg/l, nous constatons que la norme admise est largement dépassée. Quant à l'abattement de la pollution particulaire en terme de MES pour la STEP de Ghardaïa nous avons un abattement max de 63.71% mois de Fév. et Min de 54.84% mois de Mars et une moyenne de 59.92%. Pour la STEP de Ouargla nous avons un abattement max de 77.95% mois de Mars et min de 41.42% mois d'Avril avec une moyenne de 62.35%.

Nous constatons pour la période étudiée que l'abattement de MES pour la station de Ouargla est meilleur que celui de la STEP de Ghardaïa sauf pour la période du mois d'avril.

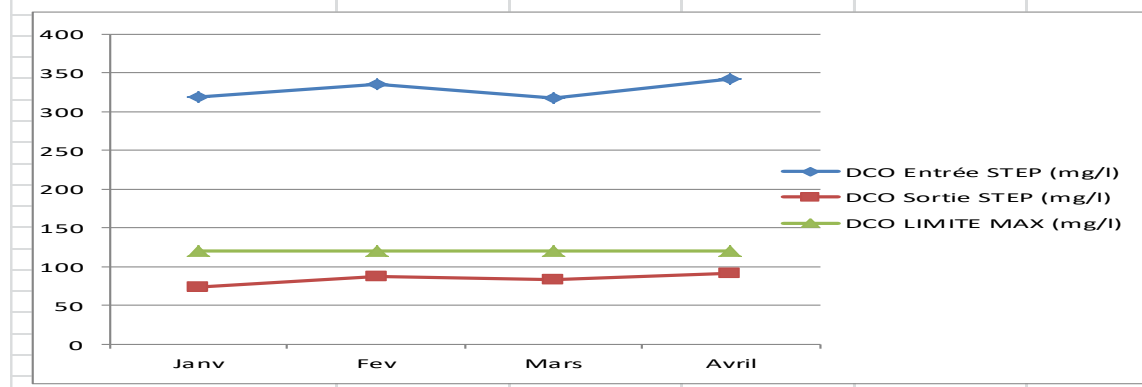
## V.5- La demande chimique en oxygène DCO :

### V.5.1 STEP Ghardaïa :

Tableau V.7 Valeurs de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa

| PARAMETRE              | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | DCO Moyen (mg/l) |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| DCO Entrée STEP (mg/l) | 319,62 | 335,6  | 317,12 | 342,47 | 328,70           |
| DCO Sortie STEP (mg/l) | 74,14  | 87,54  | 83,8   | 91     | 84,12            |
| DCO LIMITE MAX (mg/l)  | 120    | 120    | 120    | 120    | 120,00           |
| ABBATEMENT %           | 76,80% | 73,92% | 73,57% | 73,43% | 74,43%           |

Graphe V.8 :- Evolution des DCO des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa

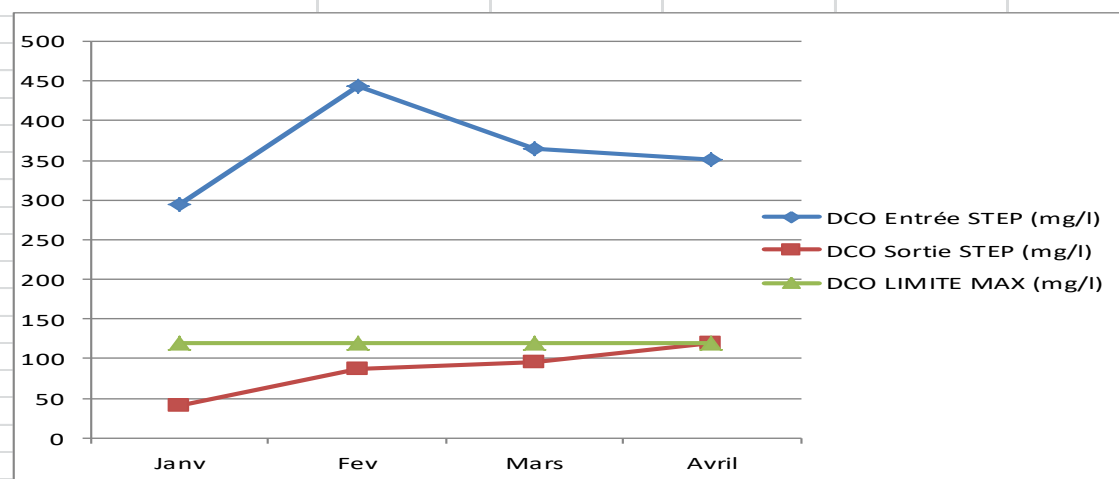


## V.5.2 STEP Ouargla :

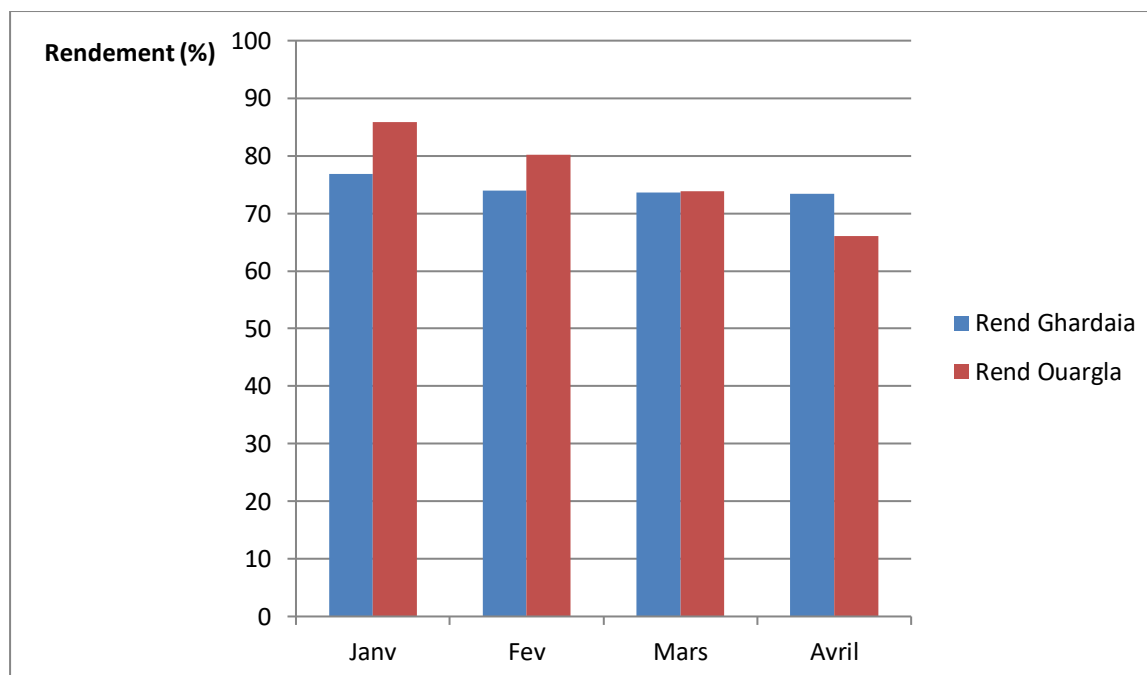
Tableau V.8 Valeurs de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP Ouargla

| PARAMETRE              | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | DCO Moyen (mg/l) |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| DCO Entrée STEP (mg/l) | 294,39 | 443,63 | 365,23 | 350,88 | 363,53           |
| DCO Sortie STEP (mg/l) | 41,64  | 87,86  | 95,57  | 119,05 | 86,03            |
| DCO LIMITE MAX (mg/l)  | 120    | 120    | 120    | 120    | 120,00           |
| ABBATEMENT %           | 85,86% | 80,20% | 73,83% | 66,07% | 76,49%           |

Graphe V.9 -: Evolution des DCO des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



Graphe V.10 - Histogramme comparatif des rendements DCO des deux STEP (Ghardaia- Ouargla)



**Rendement Moyen DCO STEP Ghardaia: 74.43%**

**Rendement Moyen DCO STEP Ouargla: 76.49%**

## Interprétations :

La DCO correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origines organique ou minérale. Elle est fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. [44].

Les valeurs de la DCO à l'entrée de la STEP de Ghardaïa varient entre 317 mg/l et 342 mg/l, et une moyenne de 329 mg/l. Pour les valeurs de DCO des eaux traitées, elles varient entre 74 mg/l et 91mg/l avec une moyenne de 84 mg/L.

Concernant la STEP de Ouargla pour les eaux brutes ces valeurs varient entre 294mg/l et 443 mg/l avec une moyenne de 364mg/l et pour les eaux traitées ces valeurs varient entre 42mg/l et 119mg/l avec une moyenne de 86mg/l.

D'après ces résultats nous pourrions dire que le système de lagunage aéré présente un meilleur abattement de la DCO avec un maximum de 86% au mois de janvier comparé au système naturel avec un maximum de 77% observé dans la même période.

Pour les eaux traitées nous constatons qu'ils sont conformes aux directives de l'OMS qui plafonne ce paramètre à 120mg/l.

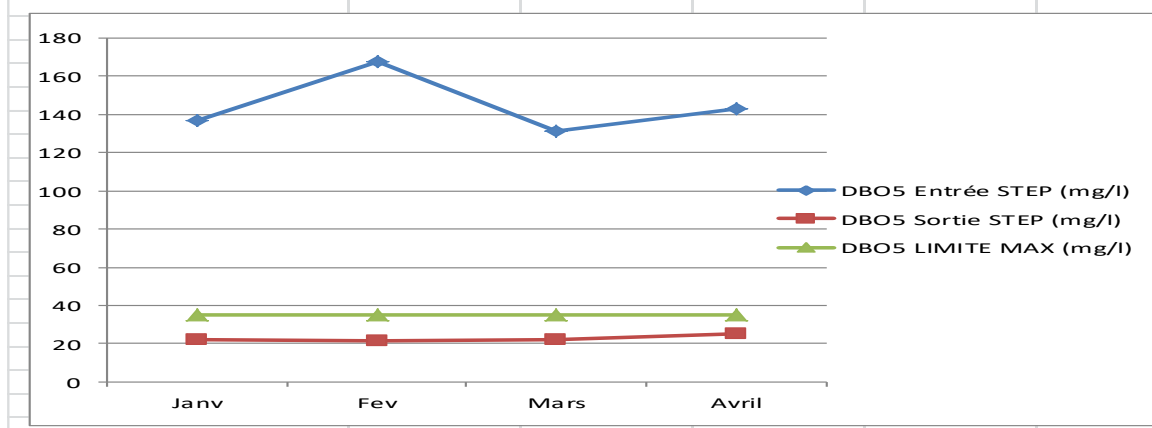
## V.6 Demande biochimique en oxygène DBO5 :

### V.6.1 STEP Ghardaïa :

Tableau V.9 Valeurs de DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP Ghardaïa

| PARAMETRE               | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | DBO5 Moyen (mg/l) |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| DBO5 Entrée STEP (mg/l) | 137    | 167,5  | 131    | 143    | 144,63            |
| DBO5 Sortie STEP (mg/l) | 22     | 21,5   | 22     | 25,2   | 22,68             |
| DBO5 LIMITE MAX (mg/l)  | 35     | 35     | 35     | 35     | 35,00             |
| ABBATEMENT %            | 83,94% | 87,16% | 83,21% | 82,38% | 84,17%            |

Graphe V.11 - Evolution des DBO5 des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa



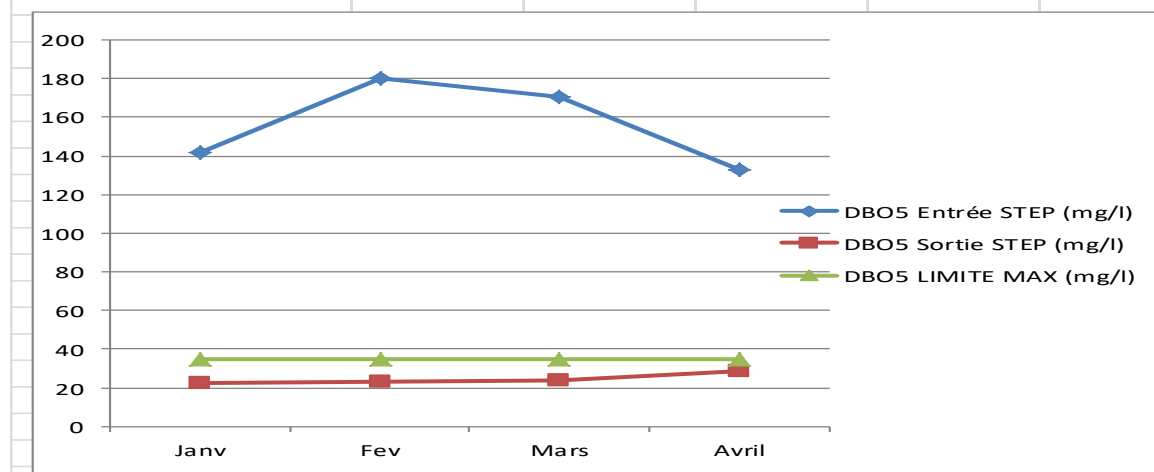


## V.6.2 STEP Ouargla :

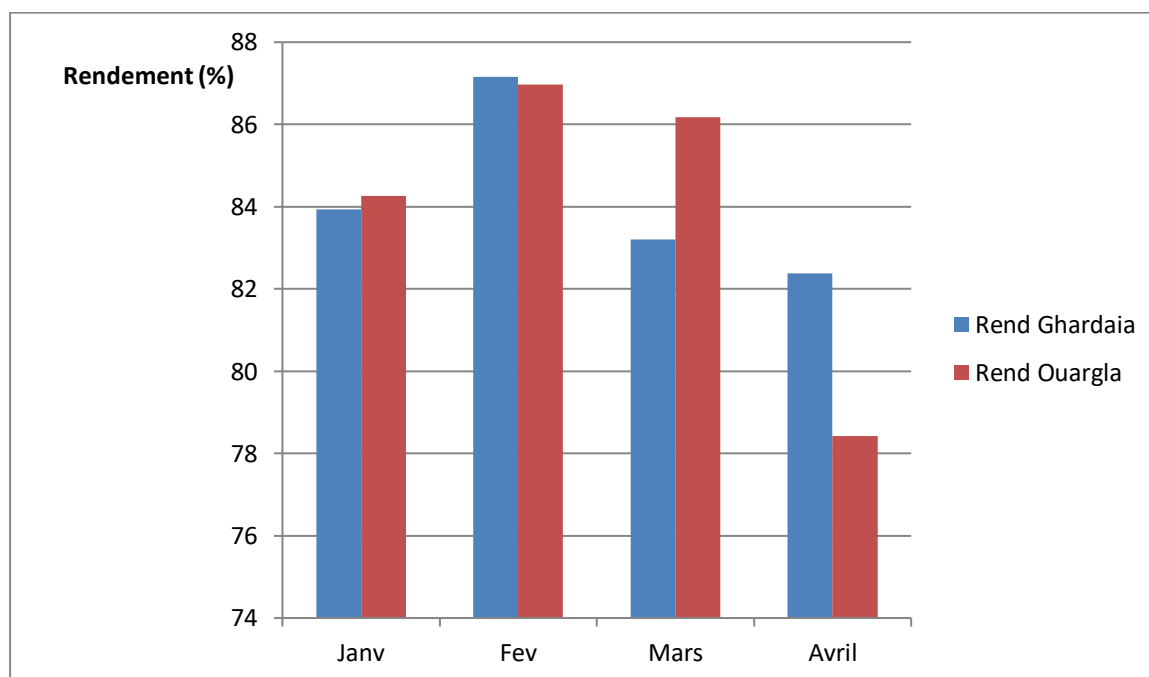
Tableau V.10 Valeurs de DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP Ouargla

| PARAMETRE               | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | DBO5 Moyen (mg/l) |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| DBO5 Entrée STEP (mg/l) | 141,66 | 180,41 | 170,5  | 132,83 | 156,35            |
| DBO5 Sortie STEP (mg/l) | 22,3   | 23,51  | 23,57  | 28,66  | 24,51             |
| DBO5 LIMITE MAX (mg/l)  | 35     | 35     | 35     | 35     | 35,00             |
| ABBATEMENT %            | 84,26% | 86,97% | 86,18% | 78,42% | 83,96%            |

Graphe V.12 - Evolution des DBO5 des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



Graphe V.13 - Histogramme comparatif des rendements DBO5 des deux STEP (Ghardaïa- Ouargla)



**Rendement Moyen DBO5 STEP Ghardaïa: 84.17%**

**Rendement Moyen DBO5 STEP Ouargla: 83.96%**

**Interprétations :** La DBO5 est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction des matières organiques décomposables par des processus biochimiques.

Nous constatons que toutes les valeurs de la DBO5 des eaux traitées pour les différents périodes de Janv. à Avril au niveau des deux stations sont conformes aux normes ; inférieures à 35 mg/l et que toutes les valeurs de DBO5 des eaux brutes pour les deux stations sont <500mg/l valeur limite des eaux usées d'origine domestique.

Nous remarquons aussi un bon abattement de la pollution organique pour les deux STEP environ 84% en moyenne.

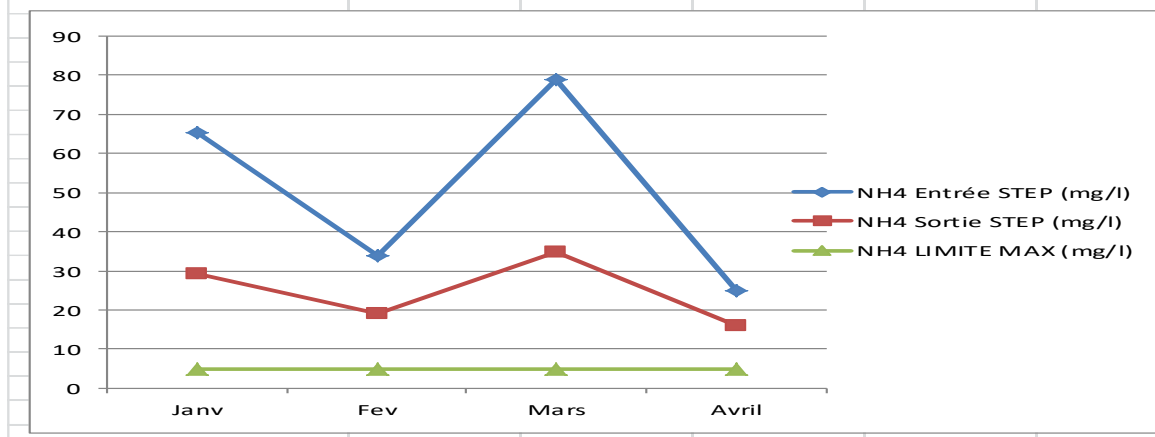
## V.7 Azote amoniacal: N-NH4+

### V.7.1 STEP Ghardaïa :

Tableau V.11 Valeurs de N-NH4+ STEP Ghardaïa

| PARAMETRE              | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH4 Moyen (mg/l) |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| NH4 Entrée STEP (mg/l) | 65,38  | 33,94  | 78,75  | 25,03  | 50,78            |
| NH4 Sortie STEP (mg/l) | 29,2   | 19,08  | 34,8   | 16,06  | 24,79            |
| NH4 LIMITE MAX (mg/l)  | 5      | 5      | 5      | 5      | 5,00             |
| ABBATEMENT %           | 55,34% | 43,78% | 55,81% | 35,84% | 47,69%           |

Graphe V.14 - Evolution de NH4 des effluents dans le Temps. STEP Ghardaia

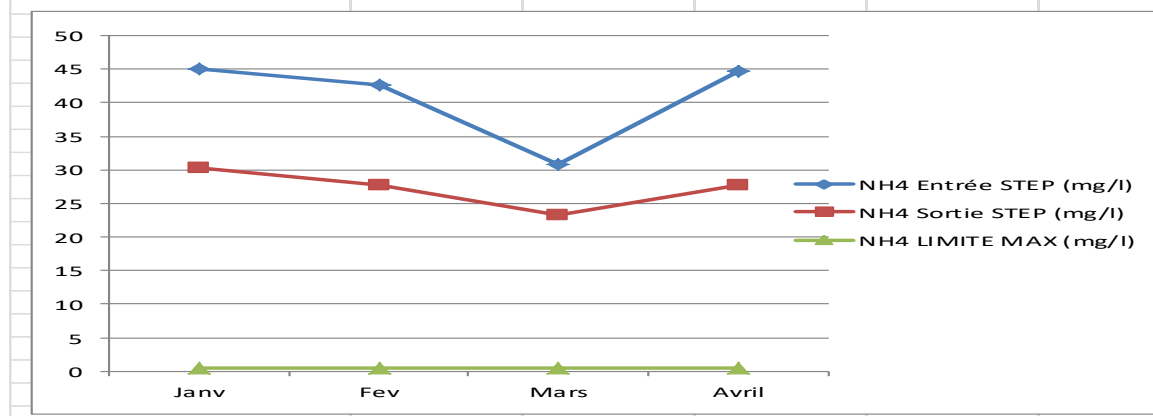


## V.7.2 STEP Ouargla :

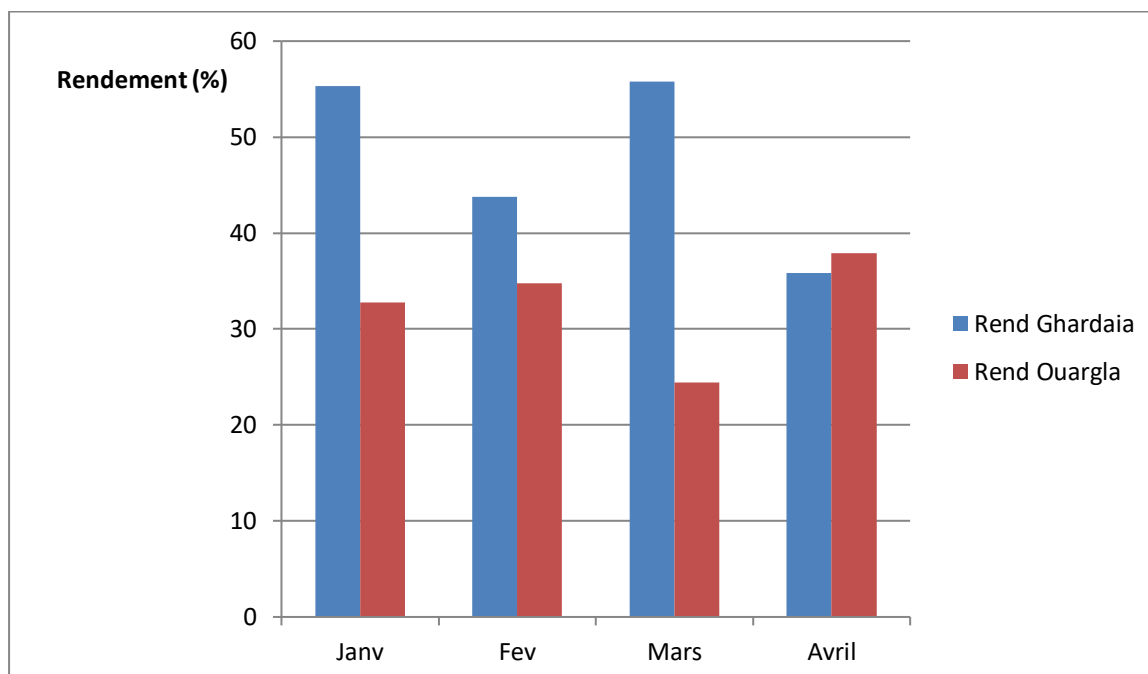
Tableau V.12 Valeurs de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> STEP Ouargla

| PARAMETRE              | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH4 Moyen (mg/l) |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| NH4 Entrée STEP (mg/l) | 45,08  | 42,63  | 30,73  | 44,71  | 40,79            |
| NH4 Sortie STEP (mg/l) | 30,3   | 27,81  | 23,23  | 27,77  | 27,28            |
| NH4 LIMITE MAX (mg/l)  | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,50             |
| ABBATEMENT %           | 32,79% | 34,76% | 24,41% | 37,89% | 32,46%           |

Graphe V.15 - Evolution des NH<sub>4</sub> des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



Graphe V.16- Histogramme comparatif des rendements NH<sub>4</sub> des deux STEP (Ghardaïa- Ouargla)



**Rendement Moyen NH<sub>4</sub> STEP Ghardaïa: 47.69%**

**Rendement Moyen NH<sub>4</sub> STEP Ouargla: 32.46%**

## Interprétations :

On enregistre dans la STEP de Ghardaïa pour les eaux brutes et les eaux traitées respectivement une concentration maximale de (78.75mg/l et 34.8mg/l) le mois de mars contre un minimum de (25.03 mg/l et 16.06 mg/l) le mois d'avril et une concentration moyenne de 50.78mg/l pour les eaux brutes et 24.79mg/l pour les eaux traitées.

Pour la STEP de Ouargla on constate respectivement pour les eaux brutes et eaux traitées des valeurs maximales enregistrées le mois de Janvier (45.08mg/l et 30.3mg/l) et des minima le mois de mars (30.73mg/l et 23.23mg/l) avec une concentration moyenne de 40.79mg/l pour les eaux brutes et 27.28mg/l pour les eaux traitées.

La concentration de l'azote ammoniacale  $N-NH_4^+$  selon les figures V.7.1 et V.7.2 semblent très importantes par rapport à la norme OMS qui ne dépasse pas 0.5mg/l. cela explique que le processus de dégradation des matières organiques est incomplet, cela est due essentiellement à l'insuffisance de l'oxygène dans le réseau d'assainissement en amont des STEP. Dans les bassins de décantations on remarque un bon rendement de l'abattement de la concentration en moyenne 47.69% pour la station de Ghardaïa et 32.46% pour la station de Ouargla et d'après l'histogramme comparatif des rendements on constate un meilleur rendement pour la station de Ghardaïa (lagunage naturel), ceci explique que les aérateurs de la station de Ouargla ne fonctionnent pas correctement, ce qui génère par la suite une prolifération importantes d'algues, d'où consommation d'oxygènes qui résulte une mauvaise nitrification.

En effet, l'azote ammoniacal est oxydé par nitrification en nitrite  $NO_2^-$  un état intermédiaire, puis ce dernier est rapidement oxydé en nitrate ( $NO_3^-$ ). Cette transformation est effectuée en présence d'oxygène par des bactéries autotrophes nitrifiantes en deux étapes, la première étant assurée par des bactéries *Nitrosomonas* et la deuxième par des bactéries *Nitrobacter*

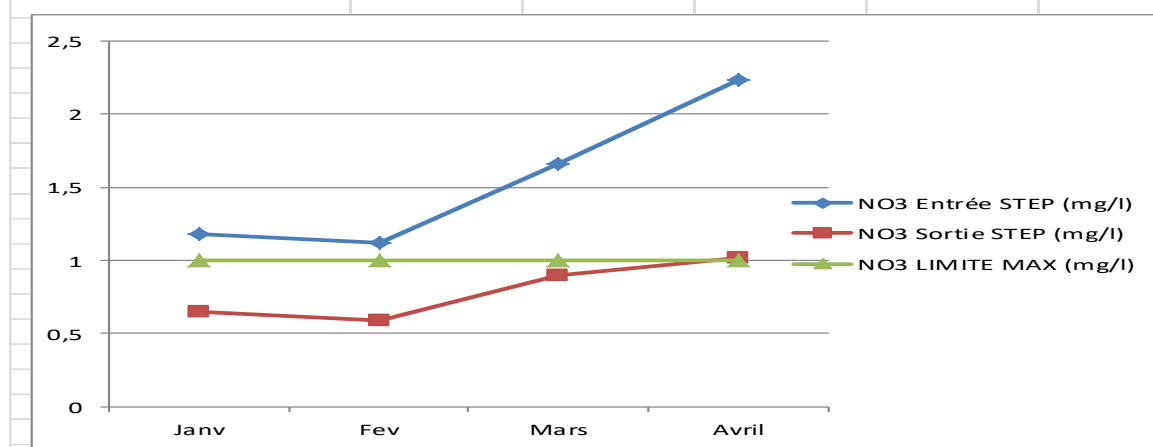
## V.8 Les Nitrates:

### V.8.1 STEP Ghardaïa :

Tableau V.13 Valeurs de N-NO<sub>3</sub> STEP Ghardaïa

| PARAMETRE                          | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH4 Moyen (mg/l) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| NO <sub>3</sub> Entrée STEP (mg/l) | 1,18   | 1,12   | 1,66   | 2,23   | 1,55             |
| NO <sub>3</sub> Sortie STEP (mg/l) | 0,65   | 0,59   | 0,9    | 1,02   | 0,79             |
| NO <sub>3</sub> LIMITE MAX (mg/l)  | 1      | 1      | 1      | 1      | 1,00             |
| ABBATEMENT %                       | 44,92% | 47,32% | 45,78% | 54,26% | 48,07%           |

Graphe V.17 - Evolution de NO<sub>3</sub> des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa

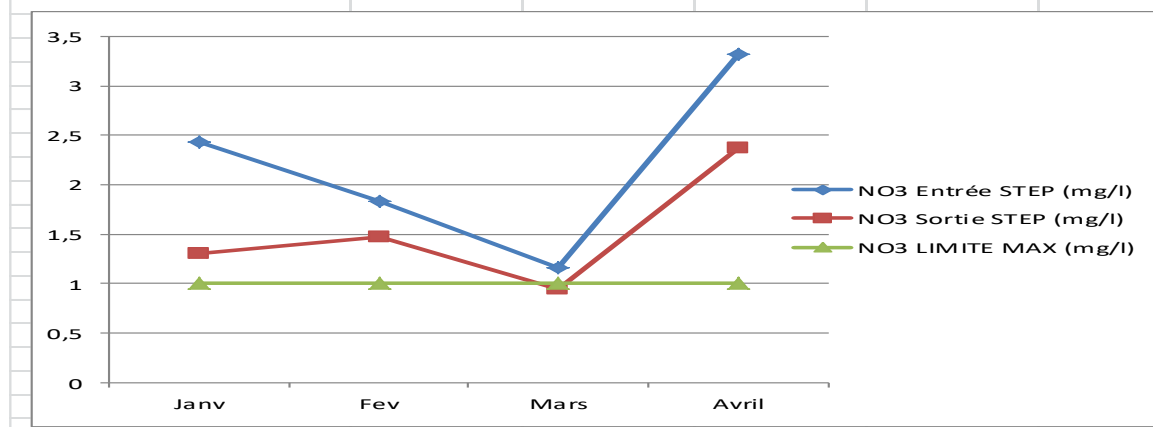


### V.8.2 STEP Ouargla :

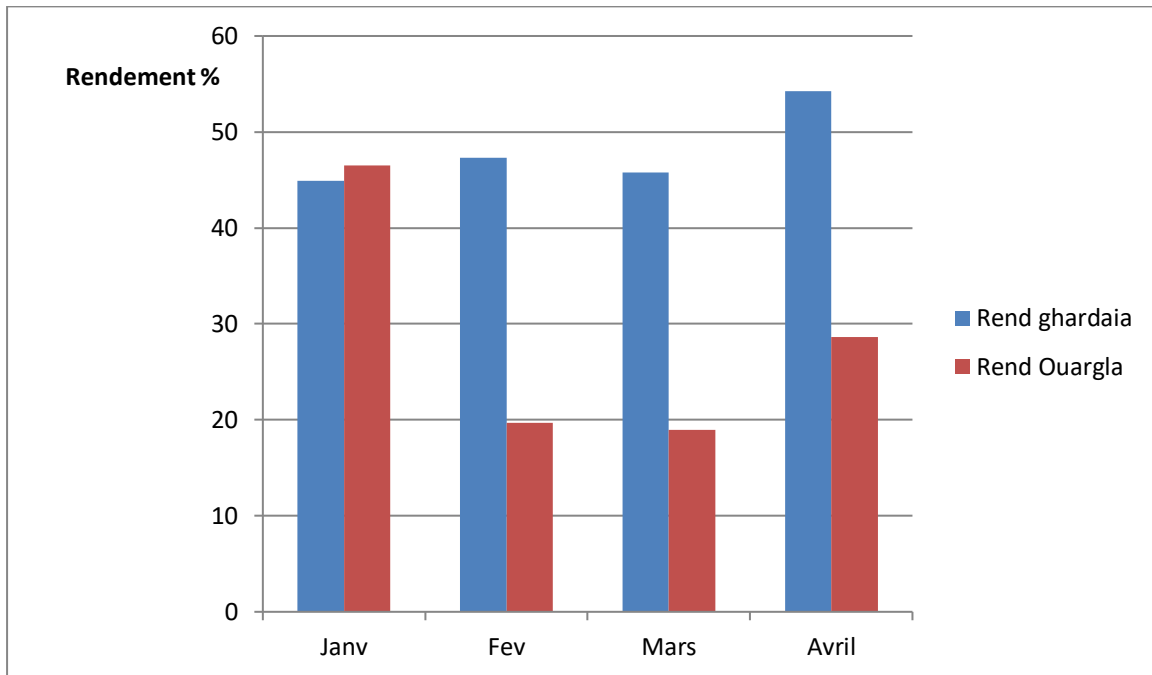
Tableau V.14 Valeurs de N-NO<sub>3</sub> STEP Ouargla

| PARAMETRE                          | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH4 Moyen (mg/l) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| NO <sub>3</sub> Entrée STEP (mg/l) | 2,43   | 1,83   | 1,16   | 3,32   | 2,19             |
| NO <sub>3</sub> Sortie STEP (mg/l) | 1,3    | 1,47   | 0,94   | 2,37   | 1,52             |
| NO <sub>3</sub> LIMITE MAX (mg/l)  | 1      | 1      | 1      | 1      | 1,00             |
| ABBATEMENT %                       | 46,50% | 19,67% | 18,97% | 28,61% | 28,44%           |

Graphe V.18 - Evolution de NO<sub>3</sub> des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



*Grphe V.19 - Histogramme comparatif des rendements NO3 des deux STEP (Ghardaïa- Ouargla)*



**Rendement Moyen NO3 STEP Ghardaïa: 48.07%**

**Rendement Moyen NO3 STEP Ouargla: 28.44%**

### **Interprétation :**

Pour la station de Ghardaïa on constate que la concentration des nitrates dans l'eau traitée restent dans la norme ceci explique le bon déroulement de l'opération de nitrification (transformation de l'ammonium  $\text{NH}_4^+$  en nitrites  $\text{NO}_2^-$  et nitrates  $\text{NO}_3^-$ ).

Pour la station de Ouargla vue le mauvais procédé de nitrification on constate des valeurs qui dépasse la concentration requise par la norme OMS.

L'historgramme comparatif des rendement nous montre le bon fonctionnement de la STEP de Ghardaia par rapport à la station de Ouargla avec des rendement plus stable et relativement uniforme qui varient entre 45% à 54% et un moyenne de 48%.

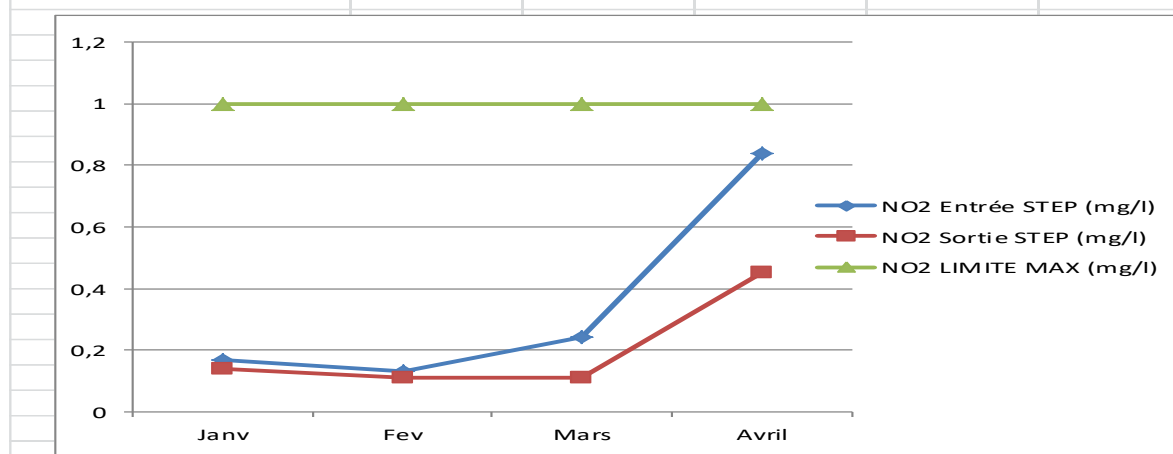
## V.9 Les Nitrites:

### V.9.1 STEP Ghardaïa :

Tableau V.15 Valeurs de N-NO<sub>2</sub> STEP Ghardaïa

| PARAMETRE                          | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH <sub>4</sub> Moyen (mg/l) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|
| NO <sub>2</sub> Entrée STEP (mg/l) | 0,17   | 0,13   | 0,24   | 0,84   | 0,35                         |
| NO <sub>2</sub> Sortie STEP (mg/l) | 0,14   | 0,11   | 0,11   | 0,45   | 0,20                         |
| NO <sub>2</sub> LIMITE MAX (mg/l)  | 1      | 1      | 1      | 1      | 1,00                         |
| ABBATEMENT %                       | 17,65% | 15,38% | 54,17% | 46,43% | 33,41%                       |

Graphe V.20 - Evolution de NO<sub>2</sub> des effluents dans le Temps. STEP Ghardaïa

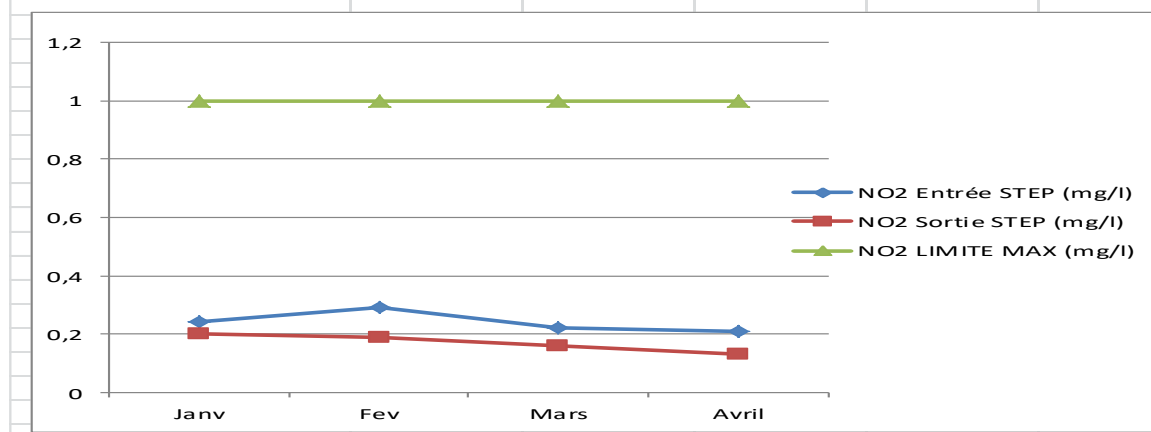


### V.9.2 STEP Ouargla :

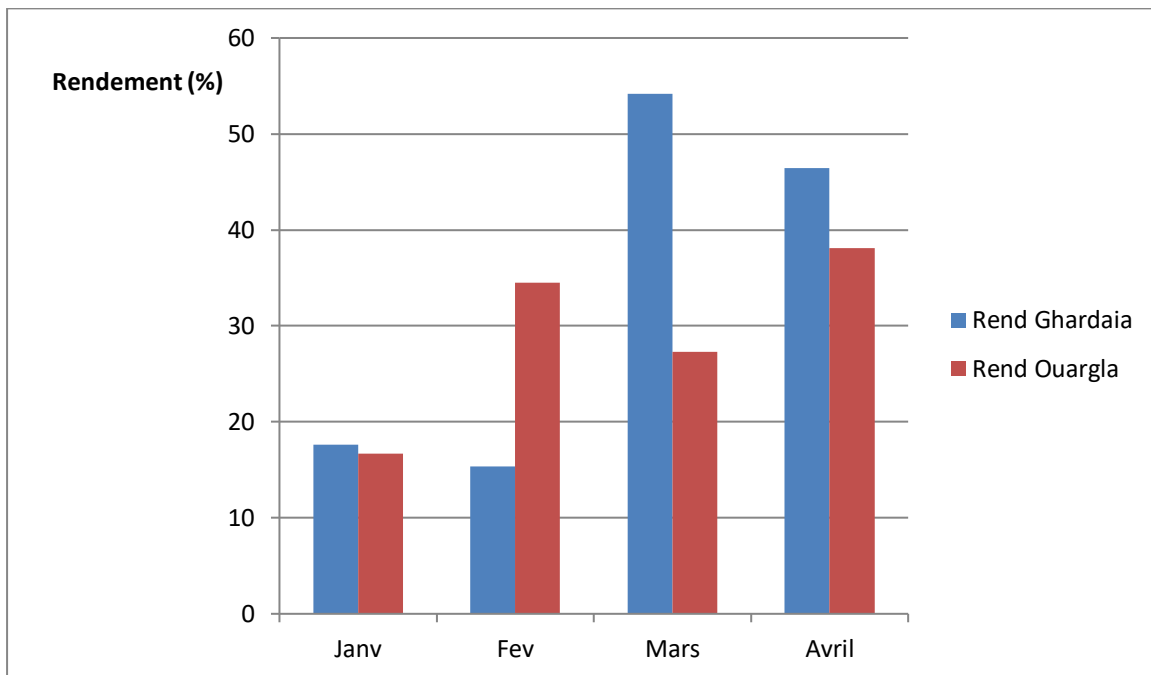
Tableau V.16 Valeurs de N-NO<sub>2</sub> STEP Ouargla

| PARAMETRE                          | Janv   | Fev    | Mars   | Avril  | NH <sub>4</sub> Moyen (mg/l) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|
| NO <sub>2</sub> Entrée STEP (mg/l) | 0,24   | 0,29   | 0,22   | 0,21   | 0,24                         |
| NO <sub>2</sub> Sortie STEP (mg/l) | 0,2    | 0,19   | 0,16   | 0,13   | 0,17                         |
| NO <sub>2</sub> LIMITE MAX (mg/l)  | 1      | 1      | 1      | 1      | 1,00                         |
| ABBATEMENT %                       | 16,67% | 34,48% | 27,27% | 38,10% | 29,13%                       |

Graphe V.21 - Evolution de NO<sub>2</sub> des effluents dans le Temps. STEP Ouargla



Grphe V.22 - Histogramme comparatif des rendements NO2 des deux STEP (Ghardaïa- Ouargla)



**Rendement Moyen NO2 STEP Ghardaïa: 33.41%**

**Rendement Moyen NO3 STEP Ouargla: 29.13%**

### **Interprétation :**

Nous remarquons des concentrations en nitrites très faibles par rapport à la norme fixée par l'OMS (1mg/l), à savoir : la STEP de Ghardaïa enregistre une valeur qui varie entre un minimum de 0.13mg/l et un maximum de 0.84mg/l avec une moyenne de 0.35mg/l pour les eaux brutes et comprise entre 0.13mg/l minimum et 0.2mg/l avec une moyenne de 0.2mg/l à la sortie de la station.

Pour la STEP de Ouargla la valeur est comprise dans l'intervalle de 0.21mg/l min et 0.29 mg/l max avec une moyenne de 0.24mg/l pour les eaux brutes et entre un minima de 0.13mg/l et un maxima de 0.2mg/l avec une moyenne de 0.17mg/l pour les eaux traitées.

Concernant l'historgramme de comparaison des rendements des deux STEP, on constate de meilleures performances pour la station de Ghardaïa par rapport à celle d'Ouargla sauf le mois de février. L'abattement de la concentration est d'environ 54.17% max pour la station de Ghardaïa contre 38.10% max pour celle d'Ouargla.



## CONCLUSION GENERALE :

Nous avons tenté à travers ce travail d'étudier les performances épuratoires des stations d'épuration des eaux usées de Ghardaïa et d'Ouargla qui utilisent respectivement les techniques de Lagunage naturel et aéré. En analysant les paramètres physico-chimique tel que Température, PH, MES, DCO, DBO5 et enfin les matières azotées, et en comparaisons les rendement des pouvoirs épuratoires nous pourrons en déduire la meilleure technique à adopter pour les régions similaires à cette région d'étude à savoir le climat, la taille de l'agglomération et la nature des effluents résiduaux.

Notre étude a abouti au constat suivant :

Que les eaux usées des deux stations sont d'origine domestiques ( $K < 3$ ) et moyennement dégradables ( $1.5 < k < 2.5$ ) et présentent une bonne décomposition de la matière organique (Températures des effluents  $< 30^{\circ}\text{C}$ ) avec un PH qui reste dans les limites des Norme algérienne et Selon L'OMS ( $6.5 < \text{PH} < 8.5$ ).

Les rendements moyens épuratoires des paramètres physico-chimiques sont comme suit :

MES : R = 59.92% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 62.35%

DCO : R = 74.43% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 76.49%

DBO5 : R = 84.17% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 83.96%

N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : R = 47.69% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 32.46%

N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : R = 48.07% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 28.44%

N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : R = 33.41% Lagunage naturel par rapport au lagunage aérée R = 29.13%

D'après ces résultats, on peut dire que les performances épuratoires des paramètres MES, DCO et DBO5 sont presque semblables et que l'élimination des matières azotées semble plus intéressante pour la station de Ghardaïa (lagunage naturel) comparée à la STEP de Ouargla (lagunage aérée). Cela est due soit au mauvais fonctionnement des aérateurs ou au phénomène d'eutrophisation par prolifération des algues ; source de consommation d'oxygène, élément nécessaire pour la biodégradabilité des matières organiques.

A ce stade on peut dire que la station d'épuration de kef edoukhane de Ghardaïa (lagunage naturel) fonctionne mieux que la station de Ouargla (lagunage aérée) sous réserve, à savoir une utilisation de données prises sur une période plus longue et l'intervention d'autres paramètres tel que : la conductivité électrique, l'oxygène dissout, la pollution phosphorée, les paramètres biologiques, les micropolluants organiques et non organiques et l'analyse des boues.

## Références Bibliographique :

- [1] : Dugniolle H, (1980) .L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC\_revue N°3\_ Septembre, pp. 44\_ 52.
- [2] : GLANIC R et BENNETON J-P, (1989).caractérisation d'effluents d'assainissement individuel et essais de matériels d'assainissement autonome-TSM-L'eau- 84 année - N11.pp.573-584.
- [3] : METAHRI Mohammed Saïd, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, cas de STEP EST de ville de TIZI\_OUZOU, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de TIZI\_ OUZOU, 2012, pp 172.
- [4] : Baumont S., Camard J.P., Lefranc A. & Franco A., (2002).Réutilisation des eaux épurée : Risques sanitaire et faisabilité en Ile - de France, Paris : 12-13,27-29.
- [5] : LARTIGES B, Déstabilisation d'une suspension de colloïdale par un sel d'aluminium.
- [6] : AOULMI Sofiane, conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W\_Ain Defla), Thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique, 2007.
- [7] : SLIMANI R., (2003) .contribution à l'étude hygiénique les caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique .Mem.Ing.Eco et Evo. Ecosystème steppique et saharien d'Ouargla .85p.
- [8] : A. MIZI. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJALA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat .Université de BADJI MOKHTAR. 2006.
- [9] : Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humain. Laboratoire de biogéotoxicologie et mutagenèse environnemental. Université Euro Méditerranée TEHYS. Avril 2001.
- [10] : FABY JA, BRISSAUD F, L'utilisation des eaux usées épurée en irrigation, Office International de L'Eau, 1997, pp 76.
- [11] : BOUTELLI M., MENASRIA S., (2008). Conception d'une station pour la ville de Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurée .Mémo. Ing. Hydraulique urbaine. Univ. d'Ouargla 132p.
- [12] : GAID Abdelkader, Epuration biologique de l'eau urbaine, tome-1 OPU, Alger, 1984,
- [13] : GUERMOUDI Samir et KADDOUR Zakaria, caractérisations des eaux usées traités par la station d'épuration d'AIN EL HOUTZ. Identification préliminaire de quelque bactérie
- [14] : LAKHDARI Bouazza, effet de la coagulation \_ floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP d'Ain EL Houtz, Mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen 2011, pp106.
- [15] : RODIE R Jean, l'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaires, eau de mer ,8<sup>ième</sup> édition, DUNOD, Paris, 1996.
- [16] : Brigitte DONNIER. La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire. C. E. R. B. O. M. Nice. France.
- [17] : CHELLE F français et DELLALE Moustafa. Festival des sciences de ville. Séminaire. France. 2005.
- [18] : F. BERNIE et J. CORDONNIER. Traitement des eaux. TCHNIP. France. Novembre 1991.

- [19] : Jean RODIER et all. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition. DU NOD. PARIS. 1996.
- [20] : Mémoire: Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra
- [21] : DALLI H., ZOUAOUIK., (2007). Réutilisation des eaux épurée en irrigation .Mem.Ing .Génie de procédés .Génie de L'environnement Univ d'Ouargla.68p.
- [22] Djeddi H., Mémoire d'Utilisation des eaux d'une station d'épuration par l'irrigation des essences forestières urbaines, diplôme de Magister en Ecologie et Environnement, (2007).
- [23] : Cauchi., Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration .Techniques Sciences et Méthode .2 : 81\_118. (1996).
- [24] : Hammadi Belkacem, (2012-2013) Lagunage aéré en zone aride Performance épuratoire, paramètres influents et choix des conditions optimales, cas de la région de Ouargla Mémo. Doctorat Département Chimie, Université de Ouargla.
- [25] Cardot C, (1999), Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris : Ellipses. 247p.
- [26] Latifa Kahim, Hanane Idabdellah,( 2013). L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la Station d'Épuration et de Réutilisation des Eaux Usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire licence en science et technique, université de Marrakech.
- [27] Bonnard et Gardel : Étude d'assainissement et de protection contre les crues de la vallée de l'oued M'Zab. Avant-projet détaillé des ouvrages de rétention amont, volume 2/4 annexes, Ghardaïa, 165p. 2000.
- [28] Tchobanoglous /Burton Wastewater Engineering - Treatment and reuse - 2003 (4th edition)
- [29] Gérard Grosclaude. L'eau : Tome 2: Usages et polluants Editions Quae, 1999 - Science - 210 pages.
- [30] Eriksson et al, Characteristics of Grey Wastewater Article publié Mars 2002- Urban Water website

#### Urbain Water

- [31] YAHIATENE Sofiane et TAHIRM El Tiadj Univ.d'Oran- Licence bâtiment 2010, Mémoire : Réflexion sur les caractéristiques physico-chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran.
- [32] BLANCHARD J.M. et NAVARRO A. L'eau et l'environnement, Support de cours : Institut National de Sciences Appliquées de Lyon, 1982
- [33] Edsall TA, et Charlton, 1996. *Nearshore waters of the Great Lakes*. State of the Lakes Ecosystem Conference 1996, Background Paper 162p.

- [34] Meybeck M., Helmer R. (1989). The quality of rivers: from pristine stage to global pollution, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. (Global and Planetary Change)*, 1, 283-309
- [35] Leprat P, 1998 Les rejets liquides hospitaliers quels agent et quelles solutions technique. Les assises naturel QUALIBIO 1998 « Santé et environnement hospitalier». Caen, 1998, P 10-13.
- [36] A.E. Stricker et A. Hédouit- Phosphore des eaux usées, état des lieux et perspectives. CEMAGREF – Mars 2010.
- [37] Valiron & Tabuchi, 1992 – Maitrise de la pollution urbaine par temps de pluie : Etat de l’art Edition Lavoisier TEC & DOC, Paris, 564p.
- [38] Champoux A. Toutan C. 1988- Elément d’hydrologie, les Editions le Griffon d’argile 220 P.
- [39] Legros et Vilian, 2004 – Procédés d’oxydation – CDRE- 146 p.
- [40] Jenkins et al.1971 – Physical conditioning of activated sludge floc- Journal (Water Pollution Control Federation) Vol.43- N°09 . Annual conference issue (17p.).
- [41] Waldichuck.1989- The state of pollution in the marine environment. Marine pollution Bulletin, Vol 20, N° 12.
- [42] Grosclaude, 1999 – Tome 02, Usages et polluants. Versailles, Institut national de la recherche agronomique.
- [43] Rejsek, 2002 . Analyse des eaux, aspect réglementaire et technique. Scéren (CRDP AQUITAINE), Coll. Biologique technique sciences et techniques de l’environnement. 360p.
- [44] J. Rodier. 2005- L’analyse de l’eau, contrôle et interprétation 10<sup>IEME</sup> Edition DUNOD.
- [45] National research council, 1993 – Soil and water quality – Agenda for agriculture. 542p.