



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Hydraulique  
Hydraulique Urbaine

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**BELMESSAI Saddam**

Le : mardi 26 juin 2018

## Qualité des eaux usées brutes et épurées de la STEP Said Otba (Ouargla)

---

### Jury :

|     |                   |     |                      |            |
|-----|-------------------|-----|----------------------|------------|
| Dr. | Debabeche Mahmoud | MCA | Université de Biskra | Président  |
| Dr. | Charhabil Sonia   | MAA | Université de Biskra | Examineur  |
| Dr. | REZZEG Assia      | MCA | Université de Biskra | Rapporteur |



# **REMERCIEMENTS**

*Dieu merci d'avoir terminé ce travail*

*Je tiens à remercier **M<sup>me</sup> REZZEG ASSIA** d'avoir acceptée de m'encadrer sur ce thème, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de m'apporter une attention tout au long de ce travail.*

*J'exprime aussi mes gratitudes au président aux membres du jury et tous les enseignants de la faculté Hydraulique et Génie civil, pour leurs encouragements et leur soutien moral.*

*Je tiens à remercier vivement **Mr : MAKHLOUFI Ismail** chef de STEP d'Ouargla et **Mr : RAHMANI Ibrahim** le responsable de laboratoire du STEP, ainsi que toute l'équipe de la **STEP d'Ouargla** qui m'ont facilité l'obtention des données et les informations nécessaires pour la réalisation de ce travail.*



***BELMESSAI Saddam***

# *Dédicace*

*JE DÉDIE CE MODESTE AUX ;*

*MA MÈRE, SOURCE DE COMPASSION ET DE TENDRESSE,  
L'EXEMPLE DE PATIENCE ET DE SACRIFICE, LA RAISON DE MON  
EXISTENCE ET LE SUPPORT DE MA VIE*

*A MES FRÈRES : SAID, AMMAR, ADEL, RIDHA, RAFAA ET SAMIR*

*MES AMIS ; HAMZA, AZZEDDINE, AMER.*

*À TOUTE LA FAMILLE BELMESSAI ;*

*À TOUS MES COLLÈGUES DE LA PROMOTION 2018,*

*Saddam*

## Résumé

L'objectif de cette étude a été de suivre l'épuration des eaux usées dans la station d'épuration de Saïd Ôtba de la ville d'Ouargla, dont le principe de fonctionnement consiste en un traitement biologique extensif à lagunage aéré.

Le rendement épuratoire évolue selon le type de la charge polluante. Les pourcentages d'abattement varient en fonction de la nature de polluants de la sorte : DBO5 > DCO > MES, dont les rendements moyens respectifs sont de 78,22, % 74,81% et 58,47 %. Notons que la totalité des valeurs résiduelles mesurées en termes de DCO (95.2 mg/l à 120.1 mg/l) sont conformes à la norme de rejet (<125 mg/l) au cours de la période d'étude.

Le pouvoir épuratoire des MES semble moyennement efficace et ceci serait en raison de la prolifération plus ou moins importante des algues en particulier dans les bassins de finition.

**Mots clés :** STEP, lagunage aéré, charge polluante , pourcentages d'abattement

## الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو متابعة تطهير مياه الصرف الصحي في محطة تطهير مياه الصرف الصحي سعيد عتبة في مدينة ورقلة ، التي يتكون مبدأ تشغيلها من معالجة بيولوجية واسعة النطاق مع بحيرات مهوية تتباين نتائج المردود وفقاً لنوع الحمل الملوث حيث تختلف نسب التخفيض حسب طبيعة الملوثات من النوع التالي: DBO5 < DCO < MES ، التي يبلغ متوسط إنتاجيتها 78.22% ، 74.81% و 58.47%. لاحظ أن جميع القيم المتبقية المقاسة من حيث DCO ( 95.2 ملغم / لتر إلى 120.1 ملغ / لتر) تتوافق مع معيار التفريغ (>125 ملغم / لتر) خلال فترة الدراسة.

تبدو قدرة تطهير MES على أنها فعالة إلى حد ما ، ويرجع ذلك إلى تكاثر الطحالب بشكل أو بآخر ، خاصة في الأحواض النهائية.

**الكلمات المفتاحية :** محطة تطهير , بحيرات مهوية , الحمل الملوث , نسب الحد

# SOMMAIRE



|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Remerciement.....           |   |
| Dédicace.....               |   |
| Résumé.....                 |   |
| Liste des tableaux.....     |   |
| Liste des figures.....      |   |
| Introduction générale ..... | 1 |

## **Première partie**

### **Chapitre I : Eaux usées: Origines , Caractéristiques et Normes**

|   |    |
|---|----|
| I.1 Introduction .....                          | 02 |
| I.2 Définition des eaux usées .....             | 02 |
| I.3 Origine des eaux.....                       | 02 |
| I.3.1 Eaux pluviales .....                      | 02 |
| I.3.2 Eaux domestiques .....                    | 03 |
| I.3.3 Les eaux usées industrielles.....         | 03 |
| I.3.4 Les eaux usées agricoles.....             | 04 |
| I.4 Les caractéristiques physico-chimique ..... | 04 |
| I.4.1 La température .....                      | 04 |

|  |     |
|--|-----|
| I.4.2 Matières en suspension (MES).....          | 04  |
| I.4.3 pH (potentiel Hydrogène).....              | 05  |
| I.4.4 Conductivité.....                          | 05  |
| I.4.5 Oxygène dissous (O2 dissous).....          | 05  |
| I.4.6 Demande chimique en oxygène (DCO).....     | 05. |
| I.4.7 Demande biochimique en oxygène (DBO5)..... | 05  |
| I.4.8 La biodégradabilité .....                  | 06  |
| I.4.9 Carbone total organique (COT) .....        | 06  |
| I.5 Autres éléments .....                        | 06  |
| I.5.1 Azote .....                                | 06  |
| I.5.2 Le phosphore .....                         | 06  |
| I.5.3 Métaux lourds .....                        | 06  |
| I.6 Caractéristique organoleptiques .....        | 07  |
| I.6.1 Odeur .....                                | 07  |
| I.6.2 Couleur .....                              | 07  |
| I.6.3 La turbidité.....                          | 07  |
| I.7 Normes de rejets.....                        | 07  |
| I.7.1 Normes de rejets internationales.....      | 07  |
| I.7.2. Normes algériennes .....                  | 08  |
| I.8 Conclusion .....                             | 11  |

## **Chapitre II : Epuration des eaux usées.**

|  |    |
|--|----|
| II.1 Introduction .....                                    | 12 |
| II.2 Procédés d'épuration des eaux usées .....             | 12 |
| II.2.1 Les prétraitements .....                            | 12 |
| 1) Dégrillage .....  | 13 |
| 2) Dessablage .....  | 13 |
| 3) Déshuilage et dégraissage .....                         | 13 |
| II.2.2 Décantation primaire .....                          | 14 |
| II.2.3 Traitement secondaire (traitement biologique) ..... | 14 |
| 1) Traitement biologique extensifs.....                    | 14 |
| a. Lagunage naturel .. ..                                  | 15 |
| b. Lagunage aéré.....                                      | 16 |

|   |    |
|---|----|
| 2) Traitement biologique intensifs .....            | 16 |
| a. Boues activées(cultures libres) .....            | 16 |
| b. Lits bactériens(cultures fixes).....             | 17 |
| c. Disques biologiques (cultures fixes) .....       | 18 |
| II.2.4 Clarification (décantation secondaire) ..... | 19 |
| II.2.5 Traitement des boues .....                   | 19 |
| 1) Epaississement .....                             | 19 |
| 2) Stabilisation et hygiénisation .....             | 20 |
| 3) Déshydratation .....                             | 20 |
| 4) Séchage.....                                     | 20 |
| II.2.6 Traitement tertiaire .....                   | 20 |
| 1) Elimination du phosphore .....                   | 21 |
| 2) Elimination de l'azote.....                      | 21 |
| 3) Désinfection.....                                | 22 |
| II.3 Conclusion.....                                | 22 |

## Deuxième partie

### Chapitre I : Description de la STEP de Saïd Otba

|  |    |
|--|----|
| I.1 Introduction.....                            | 23 |
| I.2 Assainissement de la ville d'Ouargla.....    | 23 |
| I.3 Présentation de la STEP Saïd Otba .....      | 24 |
| I.4 Description des ouvrages de la station.....  | 27 |
| I.4.1 Prétraitement.....                         | 27 |
| 1) Dégrillage.....                               | 27 |
| 2) Dessablage .....                              | 28 |
| I.4.2 Ouvrage de répartition .....               | 29 |
| I.4.3 Traitement secondaire .....                | 30 |
| 1) 1 <sup>er</sup> niveau du lagunage aéré ..... | 30 |
| 2) 2 <sup>ème</sup> niveau du lagunage aéré..... | 31 |

|   |    |
|---|----|
| 3)3 <sup>ème</sup> niveau (lagune de finition) ( F <sub>1</sub> ; F <sub>2</sub> )..... | 32 |
| I.4.4 Traitement des boues .....  | 33 |
| I.5 Conclusion .....  | 35 |

## **Chapitre II : Méthode d'analyse des eaux usées**

|  |    |
|--|----|
| II.1 Introduction .....  | 36 |
| II .2 Echantillonnage .....  | 36 |
| II .3 Analyses des eaux.....   | 37 |
| II .3.1 Mesure de pH .....   | 37 |
| II .3.2 Mesure de la température.....                                  | 38 |
| II.3.3 Conductivité .....  | 38 |
| II.3.4 Détermination des matières en suspension (M.E.S).....           | 38 |
| II.3.5 Détermination de l'O <sub>2</sub> dissous .....                 | 40 |
| II.3.6 Détermination de la demande chimique en oxygène DCO .....       | 40 |
| II.3.7 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) ..... | 41 |
| II.3.8 Nitrates (N-NO <sub>3</sub> ) .....                             | 42 |
| II.3.9Azoteammoniacal (N- NH <sub>4</sub> ).....                       | 43 |
| II.3.10 Nitrite(N- NO <sub>2</sub> ) .....                             | 44 |
| II.4 Conclusion .....  | 44 |

## **Chapitre III : Suivi de l'évolution des paramètres de pollution**

|  |    |
|--|----|
| III.1 Introduction .....                                       | 45 |
| III.2 Evaluation des paramètres de l'eau brute et épurée ..... | 45 |
| 1. Débit .....   | 45 |
| 2. Température .....   | 46 |
| 3. Oxygène dissous .....                                       | 47 |
| 4 . Potentiel hydrogène (pH).....                              | 47 |

## ***SOMMAIRE***

---

|   |    |
|---|----|
| 5. Demande biochimique en oxygène (DBO5)..... | 48 |
| 6. Demande chimique en oxygène(DCO) .....     | 50 |
| 7. Matière en suspension (MES ).....          | 51 |
| 8. Nitrite .....                              | 52 |
| 9. Nitrates .....                             | 53 |
| 10. L'azote ammoniacal .....                  | 54 |
| 11. Ortho-phosphate.....                      | 55 |
| 12. La conductivité .....                     | 56 |
| III-3 Conclusion .....                        | 57 |
| Conclusion générale .....                     | 59 |
| Références Bibliographique .....              | 63 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 01 :</b> Normes de rejets internationales.....   | 08 |
| <b>Tableau 02 :</b> Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.                                     | 09 |
| <b>Tableau 03 :</b> Charges hydrauliques et paramètres de pollution pour le dimensionnement de la STEP .....                  | 25 |
| <b>Tableau 4 :</b> Lagunes d'aération (premier étage) ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ).....   | 30 |
| <b>Tableau 5 :</b> Lagunes d'aération (deuxième étage) ( $B_1 ; B_2$ ). .....   | 31 |
| <b>Tableau 6 :</b> Lagune de finition ( $F_1 ; F_2$ ).....  | 32 |
| <b>Tableau07 :</b> Moyennes mensuelles de la DBO5 à l'entrée et à la sortie, et les rendements de leurs éliminations.....     | 49 |
| <b>Tableau08 :</b> Moyennes mensuelles de la DCO à l'entrée et à la sortie, et les rendements de leurs éliminations.....      | 51 |
| <b>Tableau 09 :</b> Moyennes mensuelles des MES à l'entrée et à la sortie de STEP, et les rendements de leur élimination..... | 52 |
| <b>Tableau 10 :</b> Moyennes mensuelles des PO4 à l'entrée et à la sortie de STEP, et les rendements de leur élimination..... | 56 |

## ***LISTE DES FIGURES***

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1:</b> Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel.....                    | 15 |
| <b>Figure 2:</b> Schéma général d'une station d'épuration à boues activées.....                 | 17 |
| <b>Figure 3:</b> Lit bactérien.....   | 18 |
| <b>Figure 4 :</b> Les disques biologiques.....  | 18 |
| <b>Figure 5:</b> Situation géographique de la STEP.....   | 24 |
| <b>Figure 6 :</b> Schéma de la STEP de Said Otba (Ouargla).....                                 | 26 |
| <b>Figure 7 :</b> Regard de dégazage.....   | 27 |
| <b>Figure 8 :</b> Dégrilleurs automatiques en parallèle.....                                    | 28 |
| <b>Figure 9:</b> Dégrilleur manuel.....   | 28 |
| <b>Figure 10 :</b> Dessablage.....  | 29 |
| <b>Figure 11 :</b> Répartiteur vers les bassins d'aération.....                                 | 29 |
| <b>Figure 12 :</b> Les aérateurs.....   | 31 |
| <b>Figure 13 :</b> La sortie de l'eau traitée.....  | 32 |
| <b>Figure 14:</b> Opérations d'extraction et de refoulement des boues vers lits de séchage..... | 33 |
| <b>Figure 15 :</b> Lits de séchage.....   | 34 |
| <b>Figure 16:</b> Transfert des eaux usées vers Sebkha Safioune.....                            | 34 |
| <b>Figure 17:</b> Echantillonneur automatique.....  | 36 |
| <b>Figure 18 :</b> pH mètre.....  | 37 |
| <b>Figure 19 :</b> Conductimètre.....   | 38 |
| <b>Figure 20 :</b> Appareils de mesure des matières en suspension (MES). ....                   | 39 |
| <b>Figure 21 :</b> Oxymètre.....  | 40 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 22</b> : Réactifs DCO et appareils de mesure.....  | 41 |
| <b>Figure 23</b> : Flacons à DBO5.....   | 42 |
| <b>Figure 24</b> : Débits entrants et sortants à la STEP de Said Otba .....  | 45 |
| <b>Figure 25</b> : Variations des moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et épurée.....           | 46 |
| <b>Figure 26</b> : Variation de l'oxygène dissous ( $O_2$ dissous) à l'entrée et la sortie de la STEP.....           | 47 |
| <b>Figure 27</b> : Variations des moyennes mensuelles de pH pendant la période d'étude.....                          | 48 |
| <b>Figure 28</b> : Variations des moyennes mensuelles de la DBO5 .....   | 48 |
| <b>Figure 29</b> : Variations mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée dans la STEP.....                      | 49 |
| <b>Figure 30</b> : Variations des moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée ..... | 50 |
| <b>Figure 31</b> : Variation des moyennes mensuelles de $NO_2^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP.....           | 51 |
| <b>Figure 32</b> : Variation des moyennes mensuelles de $NO_3^-$ à l'entrée et à la sortie de la STEP.....           | 53 |
| <b>Figure 33</b> : Variation des moyennes mensuelles de $NH_4^+$ à l'entrée et à la sortie de la STEP.....           | 54 |
| <b>Figure 34</b> : Variation des moyennes mensuelles de $PO_4$ à l'entrée et à la sortie de la STEP.....             | 54 |
| <b>Figure 35</b> : Variation des moyennes mensuelles de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP.....    | 57 |

# *INTRODUCTION*

## *GENERALE*

## **Introduction générale**

Dans nos régions arides, le contexte climatique est caractérisé par des sécheresses récurrentes, les eaux usées peuvent constituer une ressource en eau non négligeable. Cependant, les composants des eaux usées (agents pathogènes, sels, métaux, composés organiques toxiques, ..... ) présentent des risques pour l'environnement et peuvent nuire à la santé publique (OMS, 2013). Ces eaux ne devraient donc pas être directement réutilisées ou rejetées dans le milieu naturel, elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration afin d'obtenir une eau épurée répondant à des normes bien précises (Tamrabet et al., 2003).

L'épuration des eaux usées domestiques fait appel à des techniques physico- chimiques et biologiques. Parmi ces dernières, l'épuration par lagunage aéré qui est une technique très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur l'oxygène au moyen d'aérateurs de surface. Cette aération est nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices ( Bahaz, 2017)

Dans le cadre de ce travail, nous évaluons la qualité des eaux usées brutes et épurées dans la station d'épuration de Saïd Ôtba de la ville d'Ouargla. Le principe d'épuration dans cette station se base sur un traitement extensif biologique à lagunage aéré.

Ce travail comprend deux parties principales :

1. La partie bibliographique est composée de deux chapitres dont le premier expose essentiellement les caractéristiques des eaux usées. Le deuxième chapitre passe en revue les divers procédés d'épuration biologique d'eaux usées.

2. La deuxième partie présente dans son premier chapitre une brève description de la station d'épuration Saïd Ôtba de la ville d'Ouargla. Dans le deuxième chapitre, nous montrons les méthodes analytiques permettant de déterminer les paramètres qui contrôlent la pollution des eaux usées. L'évolution et la discussion de ces paramètres dans les eaux usées brutes et épurées sont également présentées.

## Première partie

## Partie bibliographique

# *Chapitre I*

*Eaux usées : Origines, Caractéristiques et Normes*

## **I.1 Introduction**

Les rejets des eaux après usage sont augmentés et multipliés avec l'accroissement démographique et l'expansion des villes et ceci génère différentes catégories de déchets. Les eaux usées peuvent contenir de nombreuses substances polluantes, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, qui menacent l'environnement c'est ainsi, leurs traitements avant réutilisation est une pratique nécessaire .

## **I.2 Définition des eaux usées**

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 (**Dugniolle, 1980 ; Glanic et Benneton, 1989**).

## **I.3 Origines des eaux :**

Les eaux usées sont généralement formées de plusieurs effluents caractéristiques de la ville. Dans la plupart des pays et en particulier dans les milieux urbanisés, les eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau d'égout (ou réseau d'assainissement ou anciennement « tout à l'égout »), soit jusqu'à une station de traitement, soit jusqu'à un site autonome de traitement (assainissement non collectif). Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

### **I.3.1 Eaux pluviales :**

Aussi appelées eaux de ruissellement, elles sont constituées des eaux d'écoulement de surfaces imperméables. Ce sont les eaux de lavages de voiries, les eaux de pluies des toits, voiries et parkings et les eaux de drainages. Elles lessivent le sol et entraînent avec elles des pollutions liées à la qualité des sols et à son usage.

Les eaux de pluies sont plus sales au début de l'épisode pluvieux car elles lessivent l'atmosphère, les toits et les surfaces imperméabilisées.

### **I.3.2 Eaux domestiques :**

Elles sont constituées des eaux grises et des eaux vannes. Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Les eaux-vannes ou eaux ménagères font références aux sous-produits de la digestion tels que les matières fécales et l'urine. Elles peuvent être un danger pour la santé car elles véhiculent des maladies d'origine virale et bactérienne. Une des plus grandes réussites de la civilisation humaine a été la réduction des transmissions de maladies par les eaux-vannes avec la mise en place de règles d'hygiène et d'un processus d'assainissement, y compris le développement des réseaux d'égout et de la plomberie (**Benchahem, 2014**).

### **I.3.3 Les eaux usées industrielles :**

Ce sont les eaux usées qui proviennent de locaux utilisés à des fins industriels, commerciales, artisanales ou de services.

Les eaux usées industrielles doivent faire l'objet, avant rejet vers le réseau public, d'un traitement adapté à leur nature afin d'assurer la protection du milieu récepteur. La composition de ces eaux est liée à l'activité industrielle, on peut catégoriser les établissements industriels sur la base des secteurs d'activité industrielle de la classification SIC (Standard Industrial Classification) en les répartissant en neuf secteurs qui sont:

- Les fabriques de pâtes et papiers
- Les raffineries de pétrole
- Les industries de la métallurgie primaire
- Les industries de chimie (organique et inorganique à l'exception des raffineries de pétrole)
- Les industries de transformation du métal (métallurgie secondaire, machinerie, équipements électroniques, matériel de transport, instrument de mesure...etc.)
- Les industries agro-alimentaires
- les industries de textile et du vêtement
- Les industries de transformation du bois (scieries, fabrication de meubles, ...etc.)
- Les industries diverses non classées dans les secteurs précédents par exemple (transformation de la pierre, de l'argile, de l'imprimerie....etc.)

### I.3.4 Les eaux usées agricole :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures (**Benelmouaz, 2015**):

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

Les eaux usées agricoles sont produites par différentes opérations agricoles de production et de transformation des produits végétaux et animaux.

## I.4 Caractérisation physico-chimique :

### I.4.1 La température :

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physicochimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques. A titre d'exemple, la concentration à saturation de l'oxygène dissous, plus l'eau est chaude et plus sa concentration limite diminue.

### I.4.2 Matières en suspension (M.E.S) :

Exprimée en mg par litre, ce sont les matières non dissoute de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques (**Rejsek, 2002**). Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution (**Gaid, 1984**):

➤ **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).

➤ **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 (**Mechati, 2006**).

**I.4.3 Potentiel hydrogène (pH) :**

Sa valeur détermine un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur de pH basse ou élevée altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) (**Benelmouaz, 2015**).

**I.4.4 Conductivité :**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations (**Rejsek, 2002**).

**I.4.5 Oxygène dissous :**

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (**Bouazza et al., 2013**).

**I.4.6 La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origines organique ou minérale. La DCO est la concentration, exprimée en mg.L-1, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme (**Rejsek, 2002**).

**I.4.7 La demande biochimique en oxygène (DBO) :**

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, Selon **Rejsek (2002)**, la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques.

#### **I.4.8 La biodégradabilité :**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux (**Metahri, 2012**).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,  $K = DCO / DBO_5$ :

- Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;
- Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables.

#### **I.4.9 Carbone total organique (COT) :**

Il représente la teneur en carbone lié à la matière organique, et repose sur une mesure de CO<sub>2</sub> Après oxydation complète. Cette mesure rapide ne nécessitant qu'un volume réduit d'échantillon (**Degrémont, 1989**).

### **I.5 Autres éléments :**

#### **I.5.1 Azote**

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) : L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte. L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues (**Bechak et al., 1983**).

#### **I.5.2 Phosphore**

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine (**Ladjel et Bouchefer, 2004**).

#### **I.5.3 Métaux lourds**

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel. Leur présence est

nuisible pour l'activité des micro-organismes donc elle perturbe le processus d'épuration biologique (Tchiomogo, 2001).

## **I.6 Caractéristique organoleptiques :**

### **I.6.1 Odeur :**

L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles et la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (Rodier, 2009).

### **I.6.2 Couleur :**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (Thomas, 1995).

### **I.6.3 La turbidité :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Bernazeau et al., 2006)

## **I.7 Normes de rejets :**

### **I.7.1 Normes de rejets internationales :**

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant (CSHPP, 1995).

**Tableau 1:** Normes de rejets internationales(OMS).

| Paramètres                    | Unité | Normes utilisées (OMS) |
|-------------------------------|-------|------------------------|
| PH                            | -     | 6,5 – 8,5              |
| DBO <sub>5</sub>              | mg/l  | <30                    |
| DCO                           | mg/l  | <90                    |
| MES                           | mg/l  | <20                    |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | mg/l  | <0,5                   |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | mg/l  | 1                      |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | mg/l  | <1                     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | mg/l  | <2                     |
| Température T                 | °C    | <30                    |
| Couleur                       | -     | Incolore               |
| Odeur                         | -     | Incolore               |

### I.7.2 Normes algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant d'être rejetées dans le milieu naturel, les eaux usées doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Selon les normes algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Les valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur  
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

| <b>Paramètres</b>             | <b>limites unités</b> | <b>valeurs</b> |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|
| MES                           | mg/l                  | 35             |
| DBO <sub>5</sub>              | mg/l                  | 35             |
| DCO                           | mg/l                  | 120            |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | mg/l                  | 05             |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | mg/l                  | 01             |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | mg/l                  | 10             |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | mg/l                  | 10             |
| Azote kJeldahl                | mg/l                  | 30             |
| Phosphates                    | mg/l                  | 02             |
| Phosphore total               | mg/l                  | 10             |
| Cyanures                      | mg/l                  | 0,1            |
| Aluminium                     | mg/l                  | 03             |
| Cadmium                       | mg/l                  | 0,2            |
| Fer                           | mg/l                  | 03             |
| Manganèse                     | mg/l                  | 01             |
| Mercure total                 | mg/l                  | 0,01           |
| Nickel total                  | mg/l                  | 0,5            |
| Plomb total                   | mg/l                  | 0,5            |
| Cuivre total                  | mg/l                  | 0,5            |
| Zinc total                    | mg/l                  | 03             |
| Huiles et Graisses            | mg/l                  | 20             |
| Hydrocarbures totaux          | mg/l                  | 10             |
| Indice Phénols                | mg/l                  | 0,3            |

|                                    |             |                  |
|------------------------------------|-------------|------------------|
| <b>Fluor et composés</b>           | <b>mg/l</b> | <b>15</b>        |
| <b>Etain total</b>                 | <b>mg/l</b> | <b>02</b>        |
| <b>Composés organiques chlorés</b> | <b>mg/l</b> | <b>05</b>        |
| <b>Chrome total</b>                | <b>mg/l</b> | <b>0,5</b>       |
| <b>(°) Chrome III +</b>            | <b>mg/l</b> | <b>03</b>        |
| <b>(°) Chromes VI +</b>            | <b>mg/l</b> | <b>0,1</b>       |
| <b>(°) Solvants organiques</b>     | <b>mg/l</b> | <b>20</b>        |
| <b>(°) Chlore actif</b>            | <b>mg/l</b> | <b>1,0</b>       |
| <b>(°) PCB</b>                     | <b>mg/l</b> | <b>0,001</b>     |
| <b>(°) Détergents</b>              | <b>mg/l</b> | <b>2</b>         |
| <b>(°) Tensioactifs anioniques</b> | <b>mg/l</b> | <b>10</b>        |
| <b>Température</b>                 | <b>°C</b>   | <b>30</b>        |
| <b>pH</b>                          | <b>-</b>    | <b>6,5 à 8,5</b> |

## **I.8 Conclusion**

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage souvent domestique, industriel et agricole. Elles sont polluées et comportent généralement un mélange de matières polluantes, dispersées ou dissoutes.

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitement préalable d'où l'importance de les épurer.

# *Chapitre II*

*Épuration des eaux usées*

*BELMESSAI Saddam*

## **II.1 Introduction**

Les eaux usées urbaines sont chargées en polluants chimiques, organiques et biologiques dont leur rejet au milieu récepteur à l'état brut peut engendrer des graves nuisances à la santé publique, à la faune et la flore, aux sols, aux ressources en eau souterraine et l'environnement d'ordre général. Traiter ces eaux afin de les rendre conformes normes de rejet, est l'un des objectifs principaux d'une station d'épuration. Une station d'épuration comporte différentes étapes qui se succèdent, dont la nature dépend étroitement de la qualité d'eaux usées à traiter.

## **II.2 Procédés d'épuration des eaux usées :**

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension. Comme elles peuvent enlever les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

On distingue généralement quatre étapes dans le traitement des eaux usées par voie biologique : les prétraitements, le traitement primaire, les traitements secondaires et la clarification. Par ailleurs, dans la filière boue les résidus générés par la filière eau sont traités et déshydratés avant leur évacuation. Certaines stations sont également équipées d'un traitement tertiaire pour l'amélioration de la qualité des eaux épurées et l'élimination à titre d'exemple des microorganismes ou du phosphore résiduel.

### **II.2.1 Les prétraitements :**

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages (**Grosclaude, 1999**). Les prétraitements font appel :

- A des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux.
- A des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses (matières grasses).

En règle générale, l'élimination des MES est obtenue par décantation gravitaire alors que elle 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.

**1) Dégrillage :**

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques,...etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage ,La qualité de l'opération peut être définie de la façon suivante (**Legube., 1996**):

- Pré dégrillage : pour grille à barreaux espacés de 30 à 100 mm
- Dégrillage moyen : pour grille à barreaux espacés de 10 à 25 mm
- Dégrillage fin : pour grille à barreaux espacés de 3 à 10 mm
- Tamisage : pour tamis à orifices de 0.3 à 5 mm

**2) Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites et les installations et de protéger les unités de traitement contre l'abrasion (**Jarde, 2002**).

**3) Déshuilage et dégraissage :**

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval (**Bonnin, 1977**). Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que :

- Envahissement des décanteurs;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs;
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes;
- Diminution du rendement du traitement.

### **II.2.2 Décantation primaire :**

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. La décantation permet la séparation des liquides et des solides sous l'action de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond des bassins et sont récupérées par raclage.

Pour les eaux usées qui sont d'origine domestique, on attend de la décantation primaire qu'elle diminue de 30 à 35 % de la DBO5 avec une réduction faible de l'azote, du phosphore, des métaux et des germes pathogènes (10 à 30 %) et 40 à 60 % environ des matières en suspension (**Degrémont , 1978**) .

### **II.2.3 Traitement secondaire (traitement biologique) :**

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floccs et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes (**Boumediene, 2013**). Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

#### **1) Procédés biologiques extensifs :**

Les solutions extensives correspondent à des procédés d'épuration dans lesquels la concentration en organismes épurateurs est faible. Parmi ces procédés on note : le lagunage (**Degermont, 2005**).

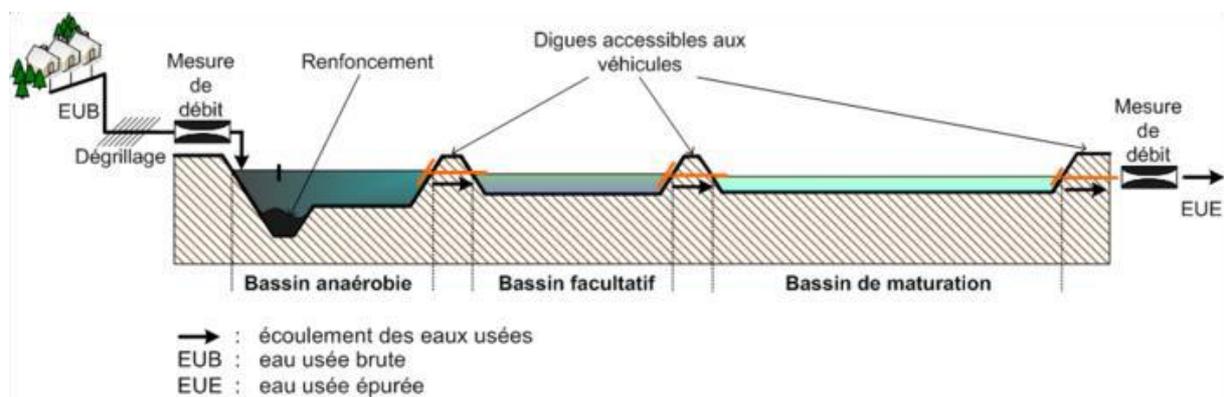
Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées qui permet une séparation des éléments solides de la phase liquide par sédimentation, et une épuration biologique due essentiellement à l'action des bactéries. Les bassins de lagunage sont destinés à recevoir de l'eau, la traiter pendant un certain temps pour la restituer ensuite au milieu récepteur. C'est le plus répandu et le plus classique surtout dans les pays à climat chaud et où le terrain est disponible à coût raisonnable (**Amir, 2005**).

Ce système d'épuration présente de nombreux avantages en comparaison avec d'autres procédés. Il ne consomme pas d'énergie et ne demande pas de produits chimiques, ne

nécessite que peu d'entretien, il est simple, écologique, rustique, fiable, et peu onéreux avec des résultats hautement satisfaisants en matières de décontamination. Ses nombreux avantages pourraient presque faire oublier les quelques contraintes de cette technique dont le principale est la superficie nécessaire pour leur installation (U.N.E.S.C.O., 2008).

- **Lagunage naturel** : Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés, de faible profondeur pouvant recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommées étangs de stabilisation (Koller, 2004), que l'on classe en fonction des filières de développement des bactéries en trois catégories : anaérobies, aérobies ou facultatifs (mixtes).

Différents assemblages de ces bassins sont possibles en fonction des conditions locales, des exigences sur la qualité de l'effluent final, du débit à traiter, ...ect. A titre d'exemple, si l'on souhaite un degré de réduction plus élevé des organismes pathogènes, on dispose les bassins en série comme suit : étang anaérobie, facultatif puis anaérobie (Chaib, 2004). Le lagunage naturel peut être utilisé, en traitement complet des effluents ou en traitement tertiaire, pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (ex. la désinfection) (Degrémont, 1978).



**Figure 1:** Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel

- **Lagunage aéré** : Ce sont de vastes bassins constituant un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, l'oxygène nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices.

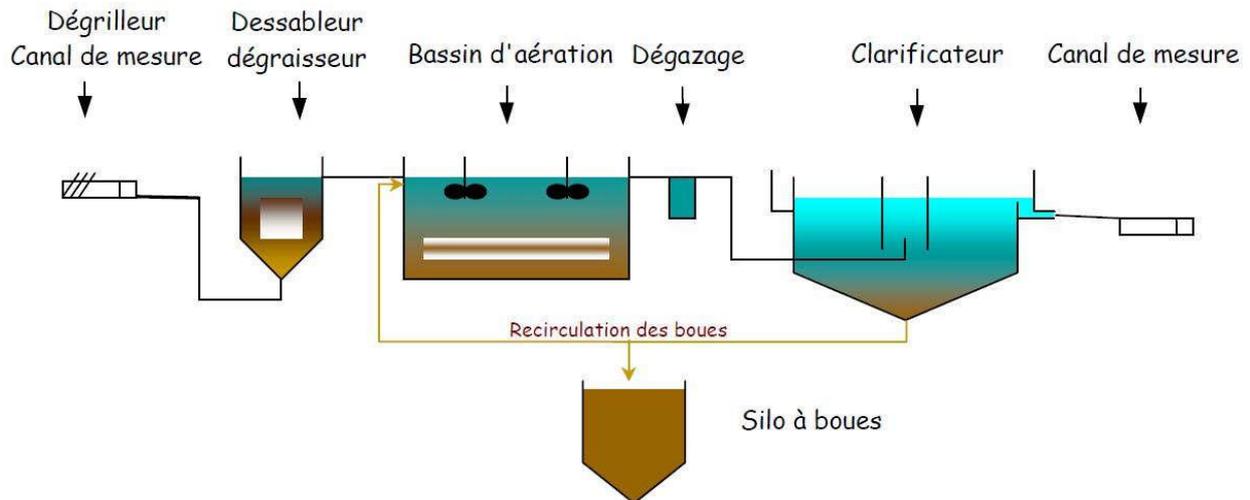
Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale (**Koller, 2004**).

## **2) Traitement biologique intensifs :**

- **Les boues activées (cultures libres)** : Les procédés par boues activées comportent essentiellement une phase de mise en contact de l'eau à épurer avec un floc bactérien en présence d'oxygène suivie par une phase de séparation de ce floc (clarification).

C'est une intensification de ce qui passe dans le milieu naturel. La différence provient d'une plus grande concentration en micro-organisme donc une demande en oxygène plus importante. De plus pour mettre en suspension la masse bactérienne, une agitation artificielle est nécessaire. Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation d'eau épurée et de la culture bactérienne.
- Un dispositif de recirculation des boues assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologique récupérées dans le clarificateur, cela permet de maintenir la quantité de micro-organisme constante pour assurer le niveau d'épuration recherché.
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.
- Un dispositif de brassage afin d'assurer au mieux le contact entre le micro-organisme et la nourriture, d'éviter les dépôts de favoriser la diffusion de l'oxygène.



**Figure 2:** Schéma général d'une station d'épuration à boues activées

- **Lit bactérien (cultures fixes)** : Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 (**Rodart et al., 1989**).

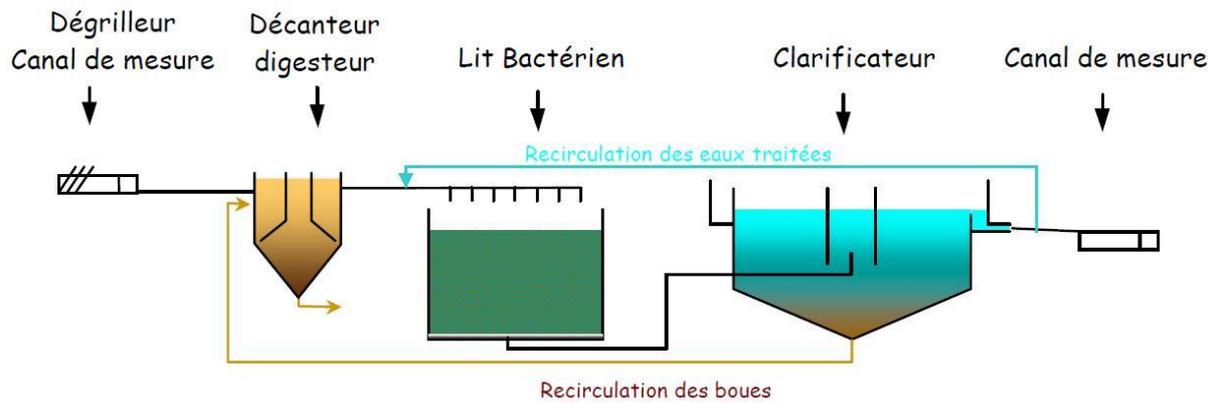


Figure 3: Lit bactérien

- Disques biologiques (cultures fixes) :** Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn<sup>-1</sup>. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel (**Boumediene, 2013**).

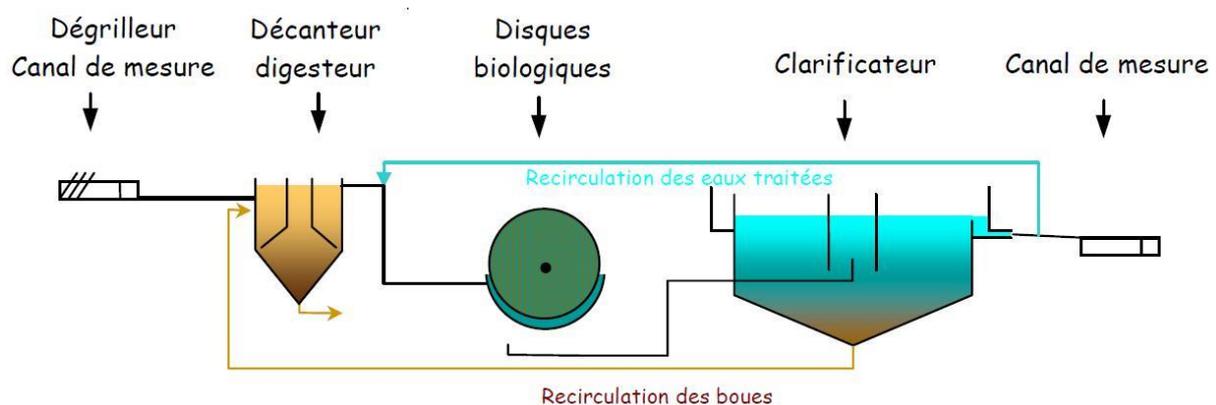


Figure 4 : Les disques biologiques.

### **II.2.4 Clarification (décantation secondaire)**

Dans une station d'épuration, le décanteur secondaire est un ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité.

Les ouvrages cylindriques munis de racleur de fond sont à prescrire pour les boues activées.

La hauteur d'eau à la périphérie ne doit pas être inférieure à 2,80 m. Toute sur-profondeur d'un décanteur secondaire est à considérer comme facteur sécurisant au plan hydraulique. On distingue deux types de décanteur secondaire :

- Système à bassins séparés : l'aération et la clarification se font dans deux bassins distincts.
- Système combiné : la phase d'aération et de clarification ont lieu dans le même ouvrage.

### **II.2.5 Traitement des boues :**

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires génèrent une production importante de boues diluées 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. (**Grosclaude, 1999**).

#### **1) Epaississement :**

Les procédés d'épaississements permettent de réduire le volume des boues grâce à l'extraction de leur eau. Ils sont très simples, ils peuvent être utilisés pour les stations des petites collectivités car ils n'entraînent pas de dépense d'énergie de fonctionnement, et entraînent une réduction importante du volume des boues. L'épaississement vise donc à augmenter la siccité des boues, soit leur teneur en matière sèche, sans modifier le caractère liquide des boues

## **2) Stabilisation et hygiénisation :**

Bien que la stabilisation et l'hygiénisation présentent chacune une finalité différente, elles peuvent être regroupées au sein d'une seule étape visant à réduire au maximum toutes les nuisances de nature biologique que peuvent produire les boues déshydratées. Ces deux traitements sont souvent assurés par un même procédé.

La stabilisation consiste à réduire au maximum l'activité biologique de dégradation des boues et plus particulièrement leur fermentation. Elle réduit fortement la masse bactérienne et par là-même les nuisances olfactives, les émissions de méthane, les risques de lixiviation et la Demande Biologique en Oxygène (DBO5).

L'hygiénisation est, quant à elle, destinée à réduire la présence d'agents pathogènes dans les boues afin d'éviter une contamination éventuelle dans le cas d'une utilisation pour la valorisation d'un écosystème (épandage ou re-végétalisation par exemple) ou dans le cas d'épandage sur des cultures sensibles. Ces deux étapes peuvent être assurées de manière biologique ou chimique.

## **3) Déshydratation :**

La déshydratation permet de poursuivre l'opération d'épaississement jusqu'à un état pâteux, les boues titrant alors de 15 à 35 % de siccité selon le type de boue et l'appareillage sélectionné. Elle se fait couramment par des moyens mécaniques tels que la décanteuse centrifuge, le filtre à bande ou le filtre-pressé à plateaux. Ces techniques exigent l'ajout de polymère, ou encore de chaux et de chlorure ferrique dans le cas des filtres à plateaux.

## **4) Séchage :**

Le séchage conduit à une réduction de volume jusqu'à plus de 60 %, voire 90 %, de siccité si nécessaire. Il peut être aussi utilisé en couplage avec un four afin de dépasser la siccité requise (supérieure à 30 %) pour rendre la boue toujours auto combustible.

### **II.2.6 Traitement tertiaire :**

Selon l'objectif final prévu pour les eaux usées traitées, les critères de qualité ne sont pas les mêmes que lors d'un rejet direct en sortie de STEP. Ainsi, il y a une obligation de mettre en place un traitement tertiaire et de choisir le ou les procédés qui sont les plus adaptés vis-à-vis de la réutilisation désirée et de la qualité de l'effluent en sortie de station.

Les traitements tertiaires permettent donc d'éliminer les substances non voulues pour répondre à un objectif de qualité prédéfini. Par exemple, lors d'une réutilisation en irrigation maraichère (production de fruits et légumes sans traitement thermique industriel) il faut éliminer en priorité les pathogènes et garder des éléments nutritifs, alors que lors d'une réutilisation en milieu urbain ou pour une recharge de nappe, l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter tout risque d'eutrophisation (**Dunglas, 2014**).

### **1) Élimination du phosphore :**

La technique la plus utilisée pour l'épuration du phosphore consiste en la précipitation chimique par adjonction de sels métalliques (fer ou aluminium), ou de chaux. Les phosphates précipitent sous forme de sels métalliques ou d'hydroxydes et sont séparés de la phase liquide par décantation. Les principaux réactifs sont le sulfate d'alumine, d'aluminate de soude, le sulfate ferreux, le chrome ferrique, le chlorosulfate ferrique et la chaux.

L'ajout du réactif peut-être effectué :

- Après les pré-traitements et avant le décanteur primaire ou le bassin d'aération, c'est la précipitation.
- A l'aval du clarificateur, sur l'effluent épuré : c'est la post-précipitation il ya nécessité d'un décanteur supplémentaire.
- Directement sur le bassin d'aération : c'est la précipitation simultanée, qui est la plus utilisée.

L'élimination peut également être partiellement faite par voies biologiques, l'installation doit alors être équipée d'un bassin ou d'une zone d'anoxie. L'alternance entre aérobiose et anoxie favorise un mécanisme de relargage /sur accumulation de phosphore dans la biomasse épuratrice (**Libes, 2002**).

### **2)Élimination de l'azote :**

Dans la plupart des eaux usées, l'azote est sous forme organique ou ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ). Une correcte oxygénation dans le bassin d'aération permet aux bactéries de transformer l'azote organique en ammoniacque puis d'oxyder l'ammoniacque en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Cette oxydation est une nitrification.

Par ailleurs, les nitrates sont transformés en azote gazeux en condition anoxie (absence d'oxygène dissout ; présence d'oxygène combiné aux nitrates) et il faut stopper l'aération pour réaliser cette étape appelée dénitrification.

Il est à noter que dans de nombreuses installations, cette phase n'est pas distincte du traitement secondaire (**Libes, 2002**).

## **2) La désinfection :**

La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore. Le chlore est injecté directement dans les eaux usées. Il peut être utilisé sous forme de chlore gazeux, hypochlorite de sodium et bioxyde de chlore. Cet oxydant très puissant permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose.

Par ailleurs, l'ozone est un gaz oxydant très puissant, qui permet de dégrader la matière organique et d'éliminer les principales sources pathogènes présentes dans l'eau. Son potentiel d'oxydation est nettement supérieur à celui du chlore. Il peut oxyder les bactéries et les virus. L'ozone est un désinfectant, désodorisant, respectueux de l'environnement et purificateur.

Le procédé d'ultraviolet se place à la suite d'un traitement secondaire du type boues activées plus clarificateur. Les rayonnements UV sont des ondes lumineuses de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. Leur pouvoir germicide dépend de la longueur d'onde émise. Ce sont les UV compris entre 200 et 280 nm qui sont les plus germicides. Les UV permettent donc d'éliminer les bactéries et les virus. Ils éliminent même les formes les plus résistantes comme les spores bactériennes ou les kystes.

## **II.3 Conclusion**

Une station d'épuration peut comporter plusieurs étapes. L'étape primaire est constituée par les prétraitements et la décantation. L'étape secondaire associe l'épuration biologique et le décanteur secondaire. Enfin, lorsqu'il y a une nécessité un étage tertiaire est ajouté. Tous ces procédés produisent des déchets (boues) qui grâce à la chaîne de traitement des boues seront utilisés ou rejetés.

## **Deuxième partie**

# *Chapitre I*

*Description de la STEP de Saïd Otba*

*BELMESSAI Saddam*

## **I.1 Introduction**

Le rôle d'une station d'épuration des eaux est l'élimination de la pollution jusqu'à un niveau définie par la réglementation en vigueur pour assurer que le rejet des eaux traitées n'affecte pas le milieu récepteur et selon cette réglementation, les procédés de traitement sont mis en œuvre selon plusieurs niveaux de traitements.

La qualité des eaux usées de la ville d'Ouargla est essentiellement domestique. Pour être dépolluées, ces eaux sont destinées vers la STEP de Saïd OTBA qui sert à alléger la charge polluante par le procédé de lagunage aérée. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers Sebkhet Safioune.

Ce chapitre, présente les différentes étapes de traitement des eaux usées dans la STEP de Saïd Otba.

## **I.2 Assainissement dans la region d'Ouargla :**

La wilaya d'Ouargla est située au sud-est de l'Algérie couvrant une superficie de 163,230 Km. Elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays.

Le réseau de l'assainissement urbain de Ouargla est du type unitaire (DHW, 2004).

La majorité des canalisations qui composent le réseau est à base de ciment (béton, amiante ciment). Leurs diamètres varient de 150 mm pour les canalisations secondaires à 1800 mm pour les collecteurs principaux.

Etant donné les contraintes topographiques qui rendent impossible la réalisation d'un réseau à écoulement gravitaire, puisque Ouargla se trouve dans une cuvette, il a fallu mettre en place de nombreuses stations de relevage.

Les principales caractéristiques du réseau d'assainissement urbain d'Ouargla sont résumées ci-dessous:

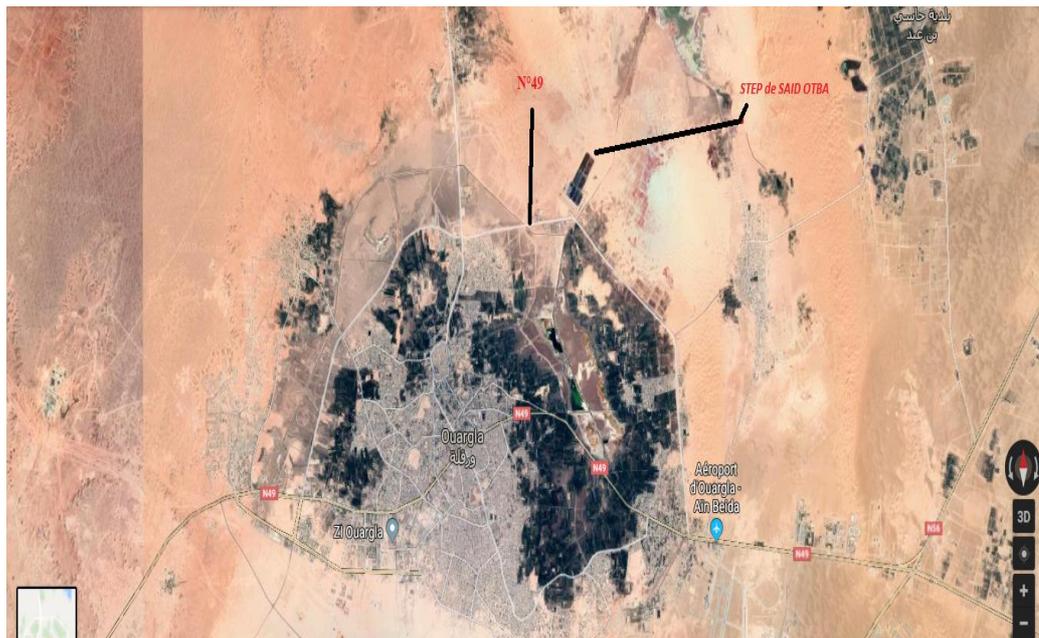
- 26 stations de relevage et de pompage.
- 106 km de canalisation et conduite de refoulement.
- 3 stations d'épurations.
- 71km de drains.
- 01 canal en béton de 41 km pour l'évacuation des eaux excédentaires de la cuvette d'Ouargla vers sebkhet Safioune.

### I.3 Présentation de la STEP Saïd Otba :

La station d'épuration de Saïd Otba mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande Dwydag pour le compte de l'ONA de capacité de 400 000 EH pour l'horizon 2030. Elle se situe au nord-est d'Ouargla entre les deux branches du canal de drainage dans la région de Saïd Otba au nord de la route nationale N°49.

On peut résumer, les principaux objectifs de la STEP Saïd Otba:

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées
- Protéger le milieu récepteur
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique
- Garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés.



**Figure 5:** Situation géographique de la STEP

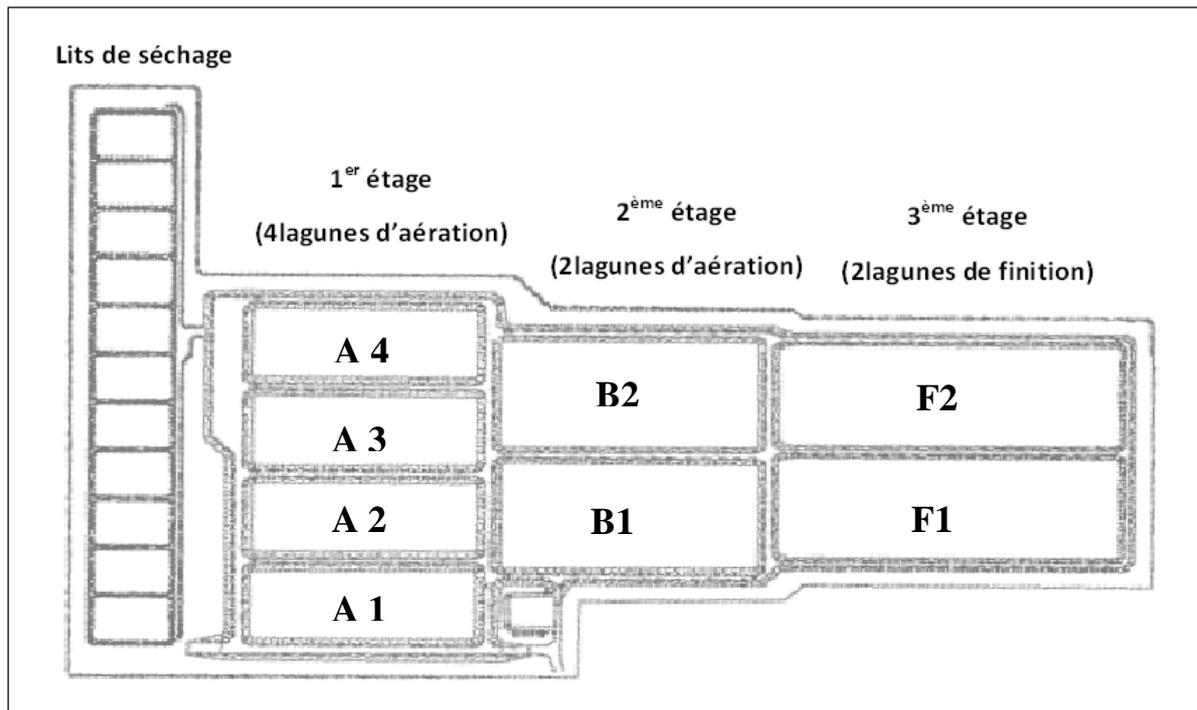
L'horizon de dimensionnement de la station d'épuration est l'année 2030. Le tableau 3 montre les charges hydrauliques et polluantes prises en considération pour le dimensionnement de la STEP.

**Tableau 3 :** Charges hydrauliques et paramètres de pollution pour le dimensionnement de la Station

| Horizon                              | 2030   |
|--------------------------------------|--------|
| Capacité de la station (Eq.Hab)      | 393592 |
| Débit d'eau usée (m <sup>3</sup> /j) | 63157  |
| <b>DBO<sub>5</sub></b>               |        |
| Charge journalière (Kg/j)            | 21293  |
| Concentration (mg/l)                 | 337.14 |
| <b>DCO</b>                           |        |
| Charge journalière (Kg/j)            | 42232  |
| Concentration (mg/l)                 | 669    |
| <b>MES</b>                           |        |
| Charge journalière (Kg/j)            | 29468  |
| Concentration (mg/l)                 | 467    |

La station d'épuration de Saïd Otba est de type lagunage aéré (figure 6). La filière de traitement retenue est constituée de :

- un premier étage de traitement par lagunage aéré
- un second étage de traitement par lagunage aéré
- un troisième étage de traitement par lagunage de finition
- lits de séchage des boues



**Figure 6 :** Schéma de la STEP d'Ouargla.

Les eaux usées à traiter arrivent à la station d'épuration par l'intermédiaire de cinq stations de refoulements :

- Refoulement 01 : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de la station de pompage nœud hydraulique de Chott.
- Refoulement 02 : conduite d'amenée des eaux usées DN 315 mm de la station de pompage Sidi Khouiled
- Refoulement 03 : conduite d'amenée des eaux usées DN 400mm de la nouvelle station de pompage Caserne/Hôpital.
- Refoulement 04 : conduite d'amenée des eaux usées DN 500mm de la station de pompage Douane.
- Refoulement 05 : conduite d'amenée des eaux usées DN 700mm de la station de pompage route N'Goussa.

Ces conduites débouchent dans un regard de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le  $H_2S$  (hydrogène sulfuré) qui pourrait se former dans les conduites de refoulement. L'aération des effluents brutes est réalisée en instaurant une chute de 50cm entre les conduites d'arrivée et de départ (figure 7).

A partir du regard de dégazage, les eaux brutes débouchent dans les ouvrages de prétraitement (ONA, 2009).



**Figure 7 : Regard de dégazage**

## **I.4 Description des ouvrages de la station :**

### **I.4.1 Prétraitement :**

A partir du regard de dégazage, les eaux usées sont dirigées vers l'ouvrage de prétraitement qui est constitué des étapes de dégrillage et de dessablage.

#### **1) Le dégrillage**

Le dégrillage permet de protéger les équipements électromécaniques, et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes qui suivent du traitement.

Le système de dégrillage de la station comprend un ensemble de 2 dégrilleurs automatiques disposés en parallèle, l'espacement entre les barreaux est de 25 mm associé à une grille manuelle.

Ces ouvrages sont encastrés dans des chenaux en béton. Un canal de secours équipé d'une grille statique disposée en parallèle permettra de by passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de problème sur les dégrilleurs automatiques (ONA, 2009).



**Figure 8 :** Dégrilleurs automatiques en parallèle



**Figure 9:** Dégrilleur manuel

## **2) Dessablage**

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et de 23 m de long et la profondeur est de 3,92 m. Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable.

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraites sont ensuite stockés dans une bannette. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage.

Les ouvrages de dessablage ; ils sont dimensionnés sur la base des critères suivants :

- Vitesse d'entrainement des particules 0.3m/s
- Vitesse de sédimentation 60m/h

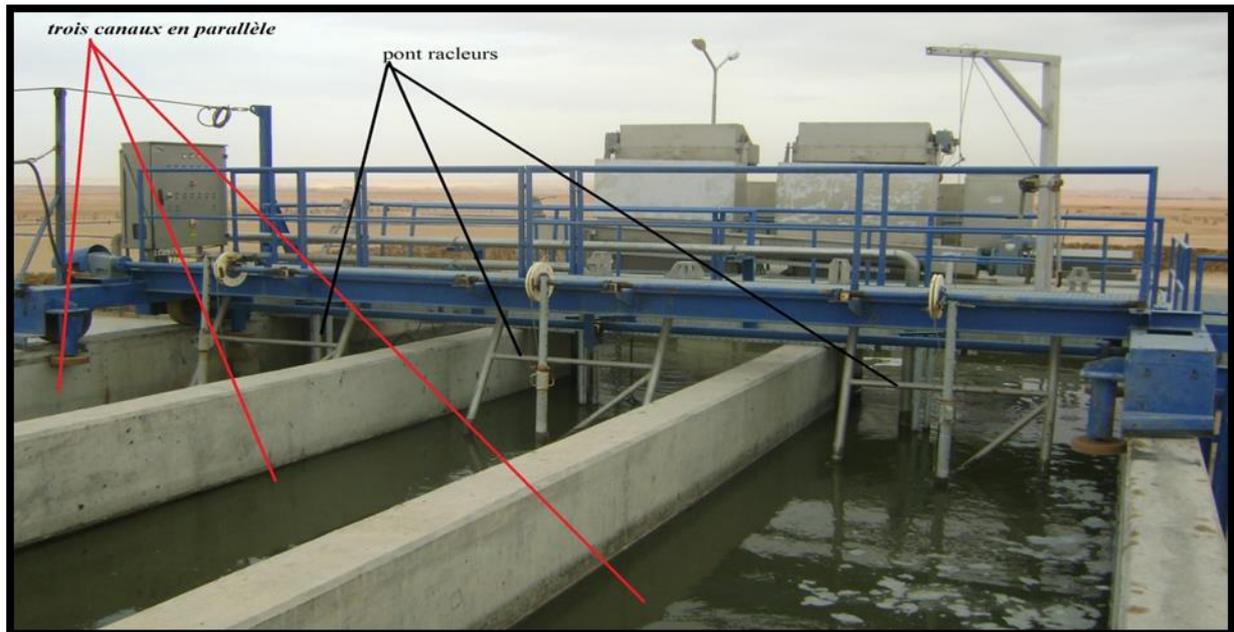


Figure 10 : Dessablage

#### I.4.2 Ouvrage de répartition

Disposé en tête de station et en aval des ouvrages de prétraitement, l'ouvrage de répartition permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par 06 seuils déversant identiques, de 1.5 m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service (ONA, 2009).



Figure 11 : Répartiteur vers les bassins d'aération

### I.4.3 Traitement secondaire

Après l'étape de prétraitement, les eaux à traiter subissent un traitement biologique par lagunage aéré. Cette étape est constituée de deux étages d'aération artificielle et d'un étage de finition. La STEP de Ouargla est composée de 08 bassins en cascade à trois niveaux.

#### 1) 1<sup>er</sup> niveau du lagunage aéré

Les effluents sont répartis entre les 04 lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface (chaque lagune comporte 12 aérateurs). Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La surface totale de ces lagunes est de 9.6 hectares (la surface de chaque bassin est de 2.4 ha), le volume total est de 336000 m<sup>3</sup> (le volume de chaque bassin est de 84000 m<sup>3</sup>), la profondeur est de 3.5 m et le temps de séjour est de 07 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre le répartiteur et les lagunes de 1<sup>er</sup> étage, ainsi que la liaison entre les deux lagunes d'étages différents, est revêtu d'un géomembrane de type PHD (Polyéthylène haute densité) afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations.

**Tableau 4 :** Lagunes d'aération (premier étage) (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>)

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| <b>Nombre de bassins</b>           | 4 bassins d'aération   |
| <b>Volume total</b>                | 336000 m <sup>3</sup>  |
| <b>Volume par unité de bassin</b>  | 84000 m <sup>3</sup>   |
| <b>Surface totale</b>              | 9.6 hectares           |
| <b>Surface par unité de bassin</b> | 2,4 hectares           |
| <b>Profondeur des bassins</b>      | 3,5 m                  |
| <b>Temps de séjour</b>             | 7 jours                |
| <b>Nombre des aérateurs</b>        | 12 dans chaque bassins |

## 2) 2<sup>ème</sup> niveau du lagunage aéré

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier (07 aérateurs dans chaque lagune et 02 bassins). Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes de 1<sup>er</sup> étage vers les lagunes de 2<sup>ème</sup> étage. La surface totale de ces lagunes est de 8.2 ha (la surface de chaque bassin est de 4.1 hect), le volume total est de 229600 m<sup>3</sup> (le volume de chaque bassin est de 114800 m<sup>3</sup>), la profondeur est de 2.8 m et le temps de séjours est de 05 jours.

**Tableau 5 :** Lagunes d'aération (deuxième étage) ( B<sub>1</sub> ; B<sub>2</sub>)

| Nombre de bassins                  | 2 bassins d'aération  |
|------------------------------------|-----------------------|
| <b>Volume total</b>                | 229600 m <sup>3</sup> |
| <b>Volume par unité de bassin</b>  | 114800 m <sup>3</sup> |
| <b>Surface totale</b>              | 8.2 hectares          |
| <b>Surface par unité de bassin</b> | 4,1 hectares          |
| <b>Profondeur des bassins</b>      | 2,8 m                 |
| <b>Temps de séjour</b>             | 5 jours               |
| <b>Nombre des aérateurs</b>        | 7 dans chaque bassins |



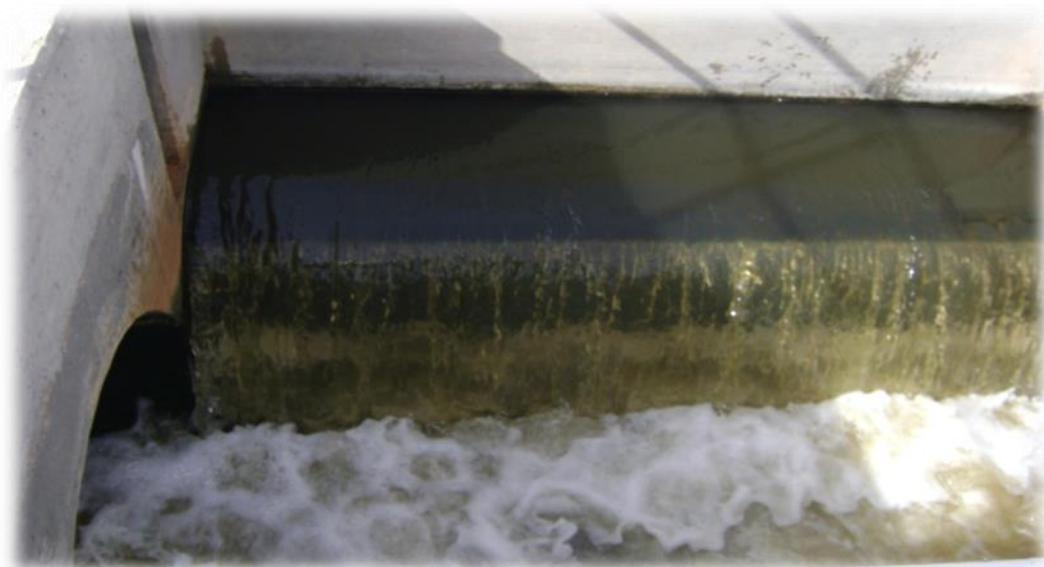
**Figure 12 :** Les aérateurs

### 3) 3<sup>ème</sup> niveau (lagune de finition) ( F<sub>1</sub> ; F<sub>2</sub>)

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2<sup>ème</sup> étage sont dirigées vers deux lagunes de finitions. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspension (amas de micro-organismes et de particules piégées). La surface totale est de 9.8 ha (la surface de chaque bassin est 4.9 ha), le volume total est de 147000 m<sup>3</sup> (le volume de chaque bassin est de 73500 m<sup>3</sup>), la profondeur de 1.5 m et le temps de séjours est entre 2 à 4 jours. Il est à noter qu'il y a une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

**Tableau 6 : Lagune de finition ( F<sub>1</sub> ; F<sub>2</sub>)**

| Nombre de bassins                  | 2 bassins de finitions |
|------------------------------------|------------------------|
| <b>Volume total</b>                | 147000 m <sup>3</sup>  |
| <b>Volume par unité de bassin</b>  | 73500 m <sup>3</sup>   |
| <b>Surface par unité de bassin</b> | 4.9 ha                 |
| <b>Surface totale</b>              | 9.8 hectares           |
| <b>Profondeur des bassins</b>      | 1.5 m                  |
| <b>Temps de séjour</b>             | 2 à 4 jours            |



**Figure 13 : La sortie de l'eau traitée**

#### **I.4.4 Traitement des boues**

Le traitement des boues se résume en des lits de séchage. Il consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes à l'air libre sur des lits de séchage. Ces lits sont des bassins de faible profondeur recouverts de couches successives disposées comme suit :

- Géotextile ;
- Une couche de gros gravier ;
- Une couche de gravier fin ;
- Une couche de sable.

Le fonctionnement épuratoire des lagunes se traduit par l'accumulation des boues au fond de lagune et il est nécessaire d'extraire ces boues. Cette extraction a lieu lors des opérations de curage. Le transport des boues du fond des lagunes vers les lits de séchage est réalisé par des conduites flexibles (figure 14). Les boues extraites sont acheminées et épandues sur les lits de séchage (figure 15) au moyen de pompes et de tuyaux de refoulement.

La siccité des ces boues augmentent au fur et à mesure grâce à l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage. Ce dernier favorise l'évacuation de la plus grande partie de l'eau par simple gravité. Cette eau sera évacuée en tête de la station d'épuration par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.



**Figure 14:** Opérations d'extraction et de refoulement des boues vers lits de séchage.



**Figure 15** : lits de séchage

Les eaux épurées seront évacuées gravitairement vers sebkha Safioune par l'intermédiaire d'une conduite de 41 km de longueur. Ce site sert également comme exutoire drainant une partie des eaux de drainage agricole et des crues des oueds N'Sa et M'Zab. Sebkhet Sefioune s'étale sur une superficie de 387 ha et se caractérise par la forte salinité de ses eaux qui ne permet aucune survie à la végétation aquatique.



**Figure 16:** Transfert des eaux usées vers Sebkhha Safioune

## **I.5 Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté une synthèse qui a permis de décrire la STEP Saïd Otba à Ouargla. La filière de traitement des eaux comprend les étapes de prétraitement (dégrillage et dessablage) et le traitement biologique (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> niveau du lagunage aéré, 3<sup>ème</sup> niveau lagune de finition). Par ailleurs, le traitement des boues s'effectue par de lits de séchage.

# *Chapitre II*

*Méthodes d'analyse des eaux usées*

*BELMESSAI Saddam*

## **II.1 Introduction**

Au cours de ce chapitre, nous présentons les méthodes analytiques permettant d'évaluer la qualité des eaux usées brutes et épurées dans la station d'épuration de Ouargla.

Les paramètres analysés ont porté essentiellement sur le pH, la conductivité, l'oxygène dissous(O<sub>2</sub>), les MES, la DCO, la DBO<sub>5</sub>, les nitrates, nitrites et l'azote ammoniacal

## **II.2 Echantillonnage :**

Des prises d'échantillons sont effectuées à l'entrée et à la sortie de la station par un dispositif d'échantillonnage fonctionnant de manière proportionnelle au débit. Ce préleveur assure pour une période de 24 heures un mélange d'échantillons représentatif à l'entrée de la station de lagunage pour l'eau brute et à la sortie pour l'eau épurée.



**Figure 17:** Echantillonneur automatique

### II.3 Analyses des eaux :

Nous exposons les méthodes analytiques de détermination des paramètres globaux de la pollution pour suivre les performances épuratoires de la station et le contrôle de la qualité de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la station

#### II.3.1 Mesure du potentiel d'hydrogène (pH) :

Cette mesure est effectuée à l'aide d'un pH-mètre digital de laboratoire.

- Préalablement, nous rinçons le bécher, la pipette ainsi que la sonde du pH-mètre à l'eau distillée.
- Nous prélevons à l'aide d'une pipette, une prise d'essai dans le prélèvement et l'introduisons dans le bécher rincé.
- Nous rinçons abondamment la sonde (électrode) avec l'eau distillée.
- Nous introduisons la sonde (électrode) dans l'échantillon à analyser.
- Ensuite, la valeur de pH est lue directement sur l'écran de l'appareil (EUTECH PC650) après stabilisation.



Figure 18 : PH mètre

### II.3.2 Mesure de la température :

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre.

### II.3.3 Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. La conductivité électrique d'une eau augmente avec la teneur en sels électrolytables dissous, la valeur de la conductivité est lue directement sur le conductimètre.



Figure 19 : Conductimètre

### II.3.4 Détermination des matières en suspension (M.E.S) :

Les MES sont mesurées par filtration sur filtre papier. Le principe consiste en la vaporisation de l'échantillon à une température de 105° pendant 2 heures et la détermination des matières en suspension s'effectue par pesée différentielle (Rodier et al., 2005). La figure 19, illustre le matériel utilisé et le mode opératoire à suivre

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Peser filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable du filtre tare vide en(g)

- Prendre une fiole de ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105° pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total et peser le filtre tare séché en (g)

On calcule le MES par l'équation suivante :  $[MES] = 1000[(M_1 - M_0)/V]$

**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)

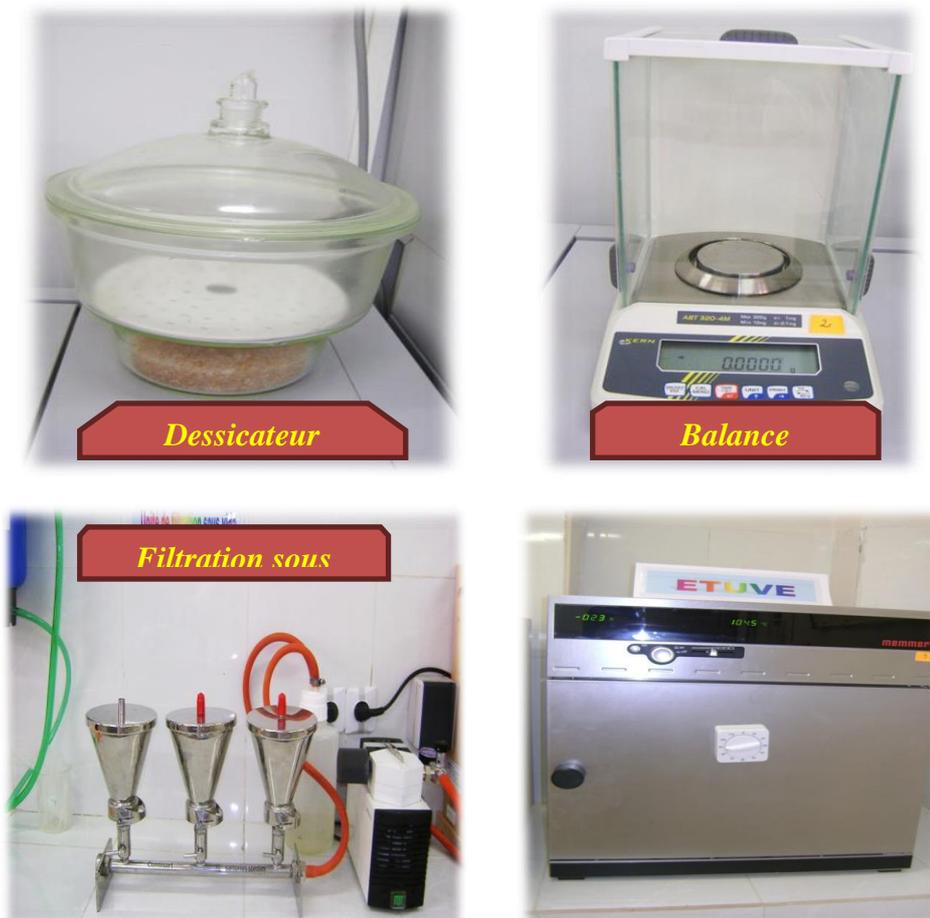


Figure 20 : Appareils de mesure des matières en suspension (MES).

### II.3.5 Détermination de l'O<sub>2</sub> dissous :

La mesure de l'oxygène dissous s'effectue par la méthode électrochimique sur un Oxymètre qui sur un échantillon d'eau à analyser affiche la teneur en concentration (mg d'O<sub>2</sub>/l) ou en pourcentage de saturation en oxygène.



Figure 21 : Oxymètre

### II.3.6 Détermination de la demande chimique en oxygène DCO :

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables, présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non.

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> à ébullition pendant 2 heures en présence d'ions Ag<sup>+</sup> comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg<sup>+2</sup>. Les appareillages de mesure de la DCO sont le spectrophotomètre et un thermo réacteur DCO (figure 22). Le mode opératoire se résume comme suit:

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO.
- Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 150 °C.
- Lire la DCO directement avec un spectrophotomètre.



Figure 22 : Réactifs DCO et appareils de mesure.

### II.3.7 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Le DBO5 en mg/l, est la quantité d'oxygène consommée par voie biologique lors de la dégradation des matières organiques contenus dans un échantillon, en incubation à 20°C pendant 5 jours. La DBO5 est évaluée en utilisant un système de mesure OxiTop.

On met dans des flacons bruns les échantillons d'eau. On y ajoute un barreau magnétique pour homogénéisation et le support d'alcalin (caoutchouc). Les bouteilles sont ensuite placées dans une chambre thermostatée et sombre et en agitation continue. Le résultat en  $\text{mgO}_2/\text{l}$  est donné directement sur l'afficheur.



**Figure 23** : Flacons à DBO5

**II.3.8 Nitrates (N-NO<sub>3</sub>)** : La mesure des nitrates s'effectue par spectrophotométrie en suivant le mode opératoire suivant:

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette jaugée de l'échantillon mère.
- Introduire ce 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 30 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter le réactif (LCK 339) à cette eau.
- Faire une agitation pendant 3 min
- Laisser la solution reposer pendant 2 min.
- Après avoir enlevé 5 ml, ajouter le réactif (LCK 339), faire une agitation légère et laisser la solution se reposer pendant 10 min.
- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc).
- Essuyer la cuve.
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve.
- Programmer la longueur d'onde désirée (370nm);
- Enlever la cuve de référence.

- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer après avoir essuyé.
- Appuyer sur la touche READ puis lire le résultat

### II.3.9 Azote ammoniacal $\text{NH}_4$ :

Le dosage de l'azote ammoniacal a été fait au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655nm.

- Entrer le numéro du programme 380 (à une longueur d'onde de 655 nm);
- Pour l'effluent entrée en fait la dilution (1ml dans 50 ml d'eau distillée), pour l'effluent sortie (1 ml dans 25 ml d'eau distillée);
- Ajouter trois gouttes de sel de Rochelle-PVA (Polyvinyle Alcool), trois gouttes de Minéral Stabilizer et 1 ml de réactif de Nessler dans chaque flacon (le blanc, l'entrée, la sortie);
- Presser le shift timer, une période de réaction de 1 mn commence;
- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot, presser 0 ensuite placer l'échantillon préparé;
- Le résultat en mg/l s'affiche (en multipliant le résultat par 1.29)

### II.3.10 Nitrite $\text{NO}_2$

Les teneurs en nitrite sont déterminées par mesure spectrophotométrique. Une coloration vert-brun apparaît en présence du nitrite après ajout du réactif. Pour une plus grande précision des résultats, déterminer la valeur du blanc pour chaque nouveau lot de réactifs. Suivre la procédure en remplaçant l'échantillon par de l'eau désionisé. Retirer la valeur du blanc des résultats finaux ou ajuster la valeur en fonction du blanc.

- Appuyer sur programmes enregistrés.
- Sélectionner le programme d'analyse. (373 N Nitrite HR PP)
- Remplir une cuve carré de 1 jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.
- Préparation de l'échantillon : Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrite

Nitrivert 2 dans la cuve ronde. Boucher et agiter pour homogénéiser.

- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer OK une période de 10min

va  
commencer.

- éparation du blanc : remplir une autre cuve carrée de 1 jusqu'au trait 10 ml avec l'échantillon.
- Essuyer l'extérieur du blanc et introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.
- Sélection sur l'écran : Zéro indication à l'écran (mg/l NO<sub>2</sub>-).
- Lorsque la minuterie retentit, renverser doucement l'échantillon préparé à deux reprises.
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.
- Sélection sur l'écran du spectrophotomètre : Mesurer.

## **II.4 Conclusion**

Ce chapitre a permis de décrire les différentes méthodes analytiques réalisées au laboratoire de la STEP de Ouargla. L'échantillonnage dans la station est automatique. La station est équipée par des appareils et réactifs qui permettent de déterminer les paramètres physico-chimique et de pollution (la température, le pH, la conductivité électrique, la salinité, DCO, DBO<sub>5</sub>, les composés azotés).

# *Chapitre III*

*Suivi de l'évolution des paramètres de pollution*

### III.1 Introduction

Après avoir décrit les méthodes d'analyses des différents paramètres de pollution. Nous consacrons ce chapitre à la discussion des résultats des analyses qui ont porté sur le pH, la conductivité, l'oxygène dissous(O<sub>2</sub>), les matières en suspension (MES), la DCO, la DBO<sub>5</sub>, les orthophosphates, l'azote ammoniacal ainsi que les nitrates et nitrites. Ces paramètres contrôlant la pollution des eaux ont été suivis à l'entrée et à la sortie de la station. Nous présentons et discutons dans ce chapitre les résultats de l'évolution des moyennes mensuelles des paramètres globaux de la pollution des eaux usées de la STEP de Saïd Otba à Ouargla

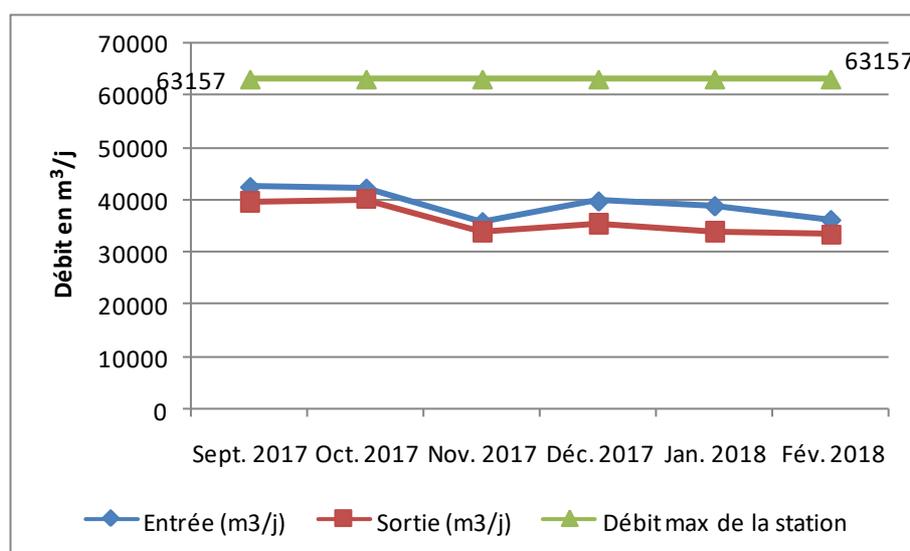
### III.2 Evolution des paramètres de l'eau brute et épurée :

#### 1. Débit :

La figure ci-dessous montre la variation des débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/j à l'entrée et à la sortie de la STEP. A titre de comparaison, le débit moyen journalier de la STEP est également intégré sur ce graphique.

Nous pouvons constater que les courbes des débits à l'entrée et la sortie de la STEP présentent une allure et une variation semblable mais les débits enregistrés à la sortie de la station sont plus faibles. Les débits plus forts à l'entrée de la station s'expliqueraient par la quantité des boues dont les eaux usées épurées se sont débarrassées.

Notons que les débits durant notre étude n'induiraient pas la surcharge de la STEP puisque les valeurs enregistrées restent inférieures au débit moyen journalier de dimensionnement (63157 m<sup>3</sup>/j)

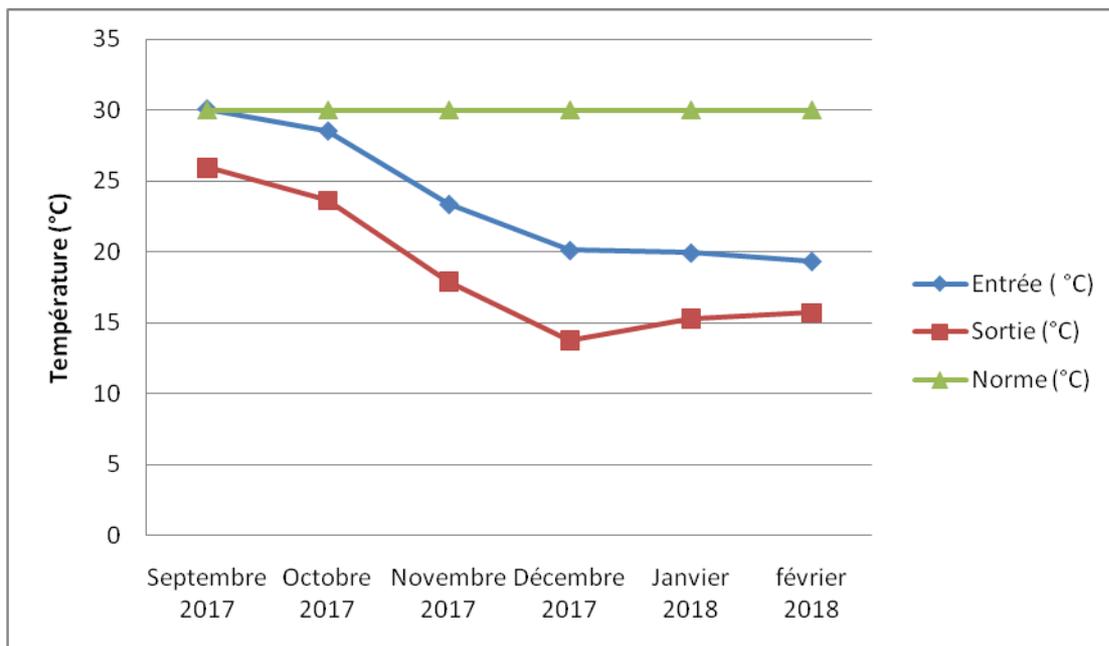


**Figure 24 :** Débits entrants et sortants à la STEP de Saïd Otba

## 2. Température :

La température est un facteur important. Sa mesure est nécessaire, étant donné le rôle qu'elle joue dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous. Elle agit également comme facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux des microscopiques ce qui est directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique ((Who, 1987 ; Mara et al, 1979).

Nos résultats d'étude sont présentés sur la figure 25. Nous remarquons que les courbes des moyennes mensuelles de la température à l'entrée et la sortie de la station présentent une allure similaire. Les courbes sont décroissantes du mois de septembre jusqu'à atteindre un minimum au mois de décembre et les valeurs réaugmentent légèrement au mois de janvier. Les variations de la température peuvent être expliquées par l'influence de la température saisonnière. De plus, les valeurs de la température ont tendance à baisser de l'entrée à la sortie de la station ; l'aération naturelle dans les bassins de finition pourrait expliquer cette diminution.

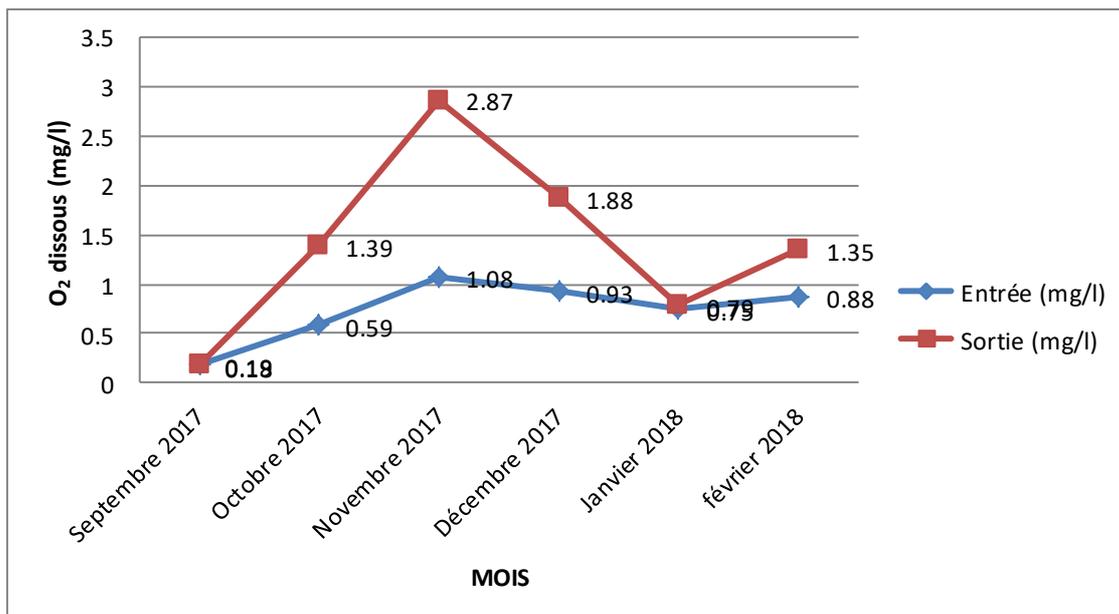


**Figure 25:** Variations des moyennes mensuelles de la température de l'eau brute et épurée

### 3. Oxygène dissous :

La figure suivante présente les variations des concentrations moyennes mensuelles de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration Saïd Otba durant la période allant du mois de septembre 2017 jusqu'au mois de février 2018.

Nous pouvons constater que les valeurs de l'oxygène dissous sont fluctuantes d'un mois à un autre et varient pour les eaux brutes de 0.18 mg/l à 1.08 mg/l  $\text{mgO}_2/\text{l}$  avec une moyenne de 0,73 et pour les eaux traitées 0.19 mg/l à 2.87 mg/l avec une moyenne de 1.33  $\text{mgO}_2/\text{l}$ . Ainsi, les eaux usées brutes sont caractérisées par des valeurs plus faibles en oxygène dissous comparativement aux usées épurées. L'augmentation de l'oxygène dissous dans ces dernières indique le bon fonctionnement des aérateurs dans les bassins biologiques où les eaux peuvent s'enrichir de l'oxygène pendant leur passage. Ainsi les bactéries épuratrices trouvent un milieu bien aéré et favorable pour leur croissance ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.



**Figure 26 :** Variations de l'oxygène dissous ( $\text{O}_2$  dissous) à l'entrée et la sortie de la STEP

### 4. Potentiel d'hydrogène (pH) :

La mesure du pH des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. En général, l'activité biologique se situe entre 6,5 et 8,5 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'auto-épuration du

milieu naturel. Des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes (Mara, 1980). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement (Rodier, 1996).

La figure 27 présente les valeurs moyennes mensuelles de pH pendant la période d'étude. Nous constatons que les valeurs du pH relatives aux eaux brutes et épurées sont proches de la neutralité et ne présentent pas une variation importante.

Pour les eaux épurées, le pH varie entre 7.26 et 7.66 alors que le pH des eaux brutes varie entre 7.26 et 7.58. Ces valeurs et comme le montre la figure 27 n'excèdent pas la gamme optimale (6.5 à 8.5). De ce fait, le pH ne perturbe pas le traitement biologique et ses valeurs sont compatibles avec l'activité bactérienne.

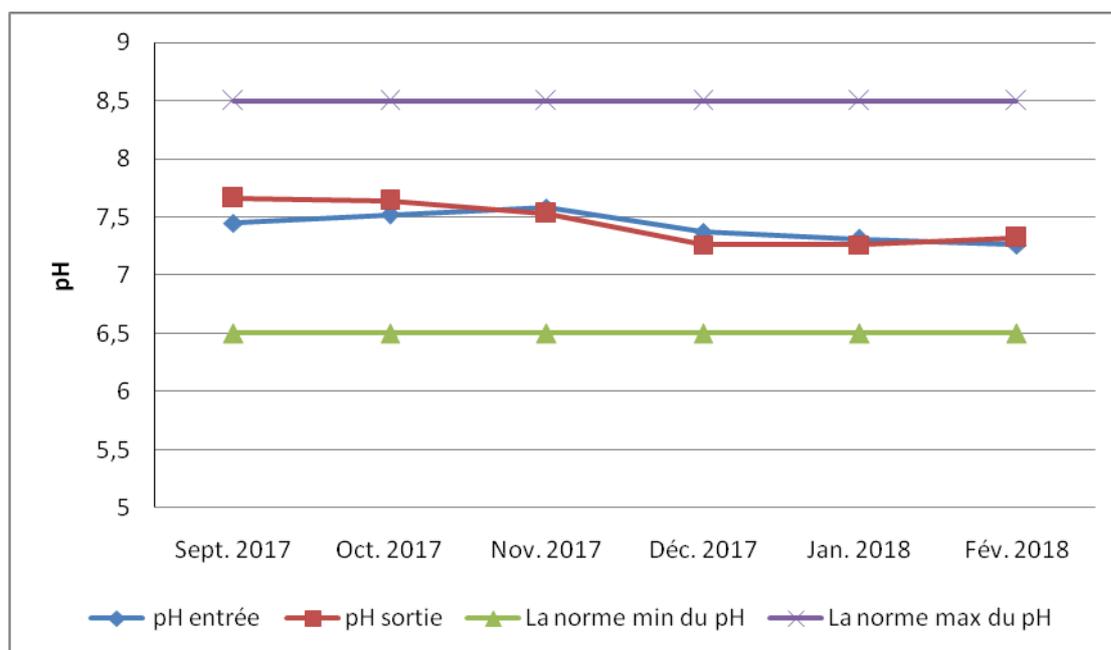
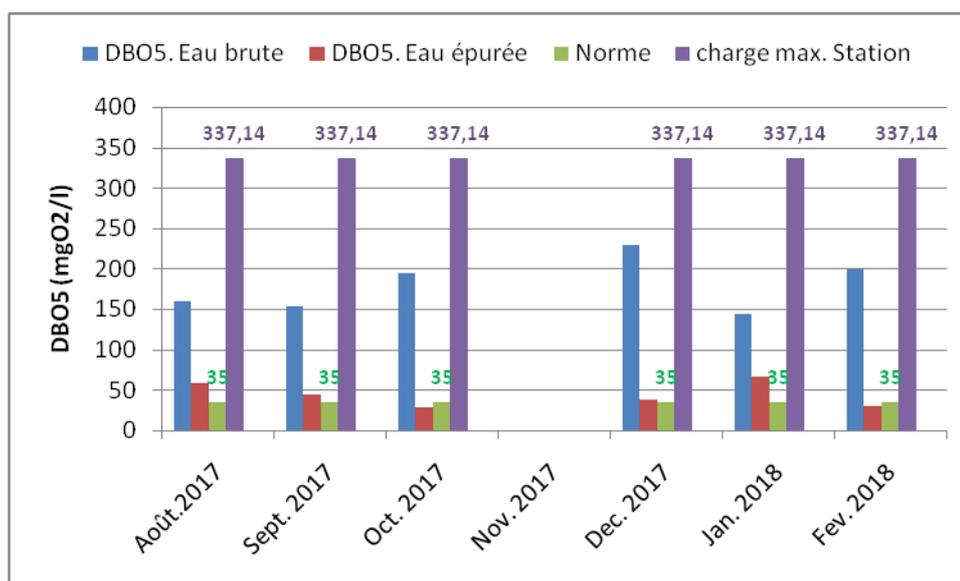


Figure 27 : Variations des moyennes mensuelles du pH

### 5. Demande Biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

Le suivi des teneurs en DBO<sub>5</sub> des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, nous a permis de dresser le **tableau 07** et de tracer le graphique illustré sur la figure 28

On peut observer que les concentrations de la DBO<sub>5</sub> durant notre période d'étude, sont entre 153,33mg O<sub>2</sub>/l à 230 mg O<sub>2</sub>/l. Ces valeurs sont inférieures à la charge polluante en DBO<sub>5</sub> prise en compte par la station (337 mgO<sub>2</sub>/l).



**Figure 28 :** Variations des moyennes mensuelles de la DBO5 de l'eau brute et épurée

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DBO5 sont inférieures à celles de l'eau brute. Elles varient entre 30mg O<sub>2</sub>/l et 57mg O<sub>2</sub>/l. Certaines concentrations résiduelles obtenues après traitement n'obéissent pas à la norme de rejet fixée à 35mg O<sub>2</sub>/l (JORA, 2006).

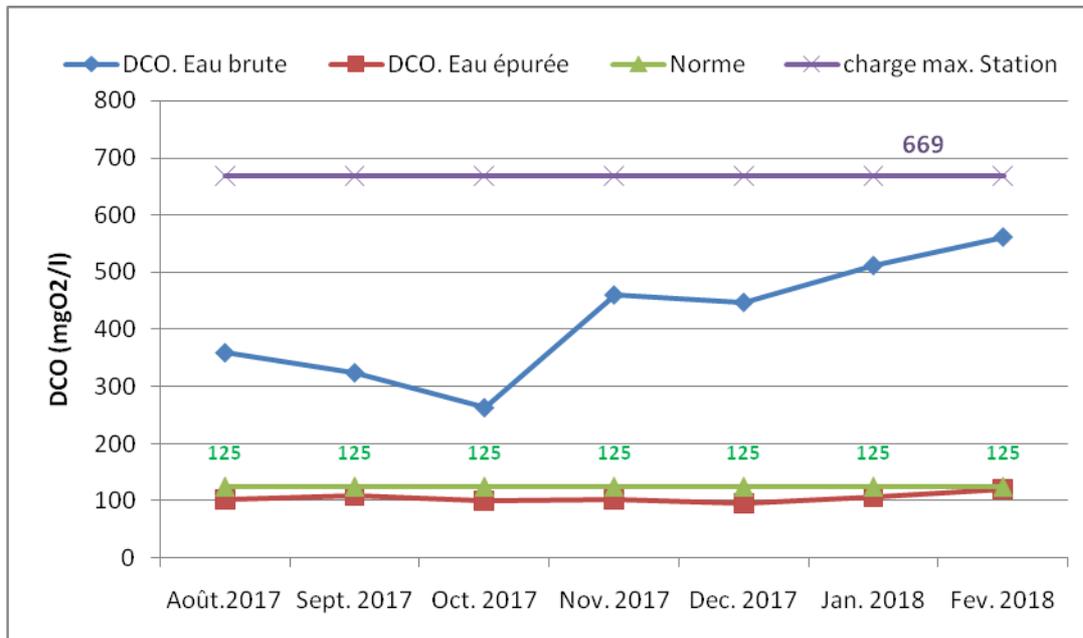
Le pourcentage d'abattement de la DBO5 représenté sur le tableau 7 indique un rendement variant entre 68.05 à 85.64% ; la moyenne étant de 78.2% ce qui montre une réduction relativement bonne de la matière organique biodégradable contenue dans les bassins d'aération.

**Tableau07 :** Moyennes mensuelles de la DBO5 à l'entrée et la sortie, et les rendements de leur élimination.

| mois              | La charge de DBO5 à l'entrée en mg/l | La charge de DBO5 a la sortie en mg/l | R%    |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| <b>Août 2017</b>  | 160                                  | 46                                    | 71,25 |
| <b>Sept. 2017</b> | <b>153,33</b>                        | 44                                    | 71,3  |
| <b>Oct. 2017</b>  | 195                                  | 28                                    | 85,64 |
| <b>Déc. 2017</b>  | <b>230</b>                           | 38                                    | 83,47 |
| <b>Jan. 2018</b>  | 180                                  | <b>57,5</b>                           | 68,05 |
| <b>Fév. 2018</b>  | 200                                  | <b>30</b>                             | 85    |
| <b>Moyenne</b>    | 186,38                               | 40,58                                 | 78,22 |

### 6. Demande chimique en oxygène (DCO) :

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. La **figure29** illustre les variations des concentrations des moyennes mensuelles de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Saïd Otba



**Figure 29** : Variations des moyennes mensuelles de la DCO de l'eau usée brute et épurée

A partir de cette figure 29, nous constatons que les teneurs de la DCO de l'eau brute sont entre 561 mg O<sub>2</sub>/l et 262,93mg O<sub>2</sub>/l indiquant l'importance de la quantité de la matière organique dans les eaux résiduaires qui serait liée à l'urbanisation que connaît ces dernières années la ville Ouargla. Ces valeurs n'ont toutefois pas dépassées la charge polluante en DCO prise en compte par la station (669 mg/l)

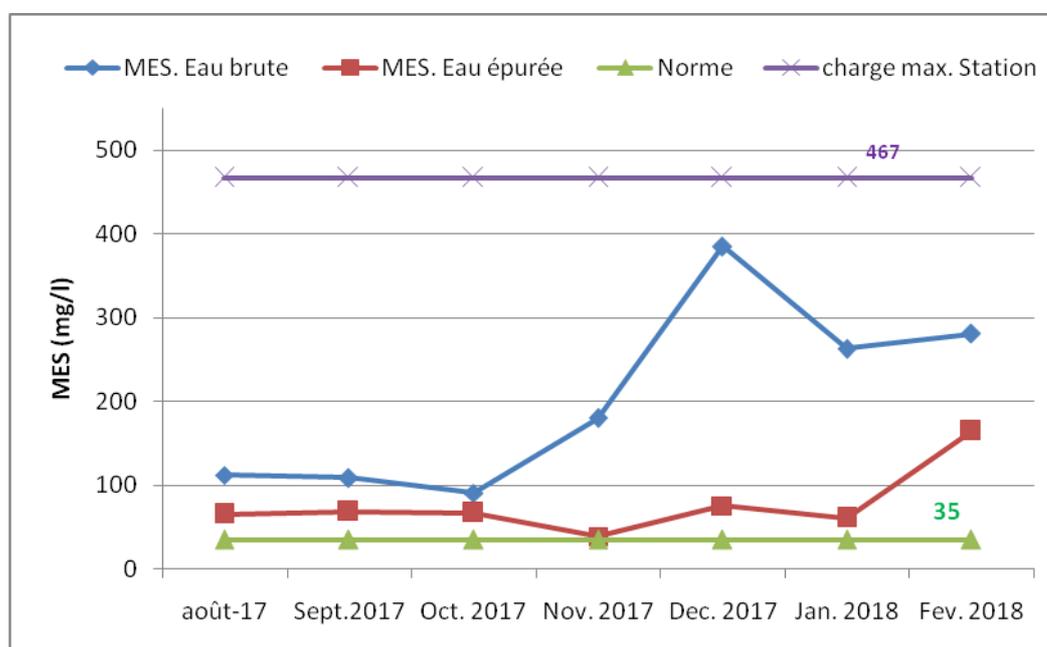
Le pourcentage d'abattement de la DCO représenté sur le **Tableau 08** indique un rendement d'élimination moyen de 74.81 %. Par ailleurs, les valeurs résiduelles enregistrées (95.2 mg/l à 120.1 mg/l) sont conformes à la norme de rejet (<125 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

**Tableau08** : Moyennes mensuelles de la DCO à l'entrée et à la sortie et les rendements de leur élimination

| Mois       | La charge de DCO à l'entrée en mg/l | La charge de DCO à la sortie en mg/l | R%    |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| Août 2017  | 359                                 | 102,87                               | 71,34 |
| Sept. 2017 | 324                                 | 109,07                               | 66,33 |
| Oct. 2017  | 262,93                              | 100,73                               | 61,68 |
| Nov. 2017  | 460                                 | 102,73                               | 77,66 |
| Déc. 2017  | 447                                 | 95,2                                 | 78,70 |
| Jan. 2018  | 511,33                              | 106                                  | 79,26 |
| Fév. 2018  | 561                                 | 120,1                                | 78,59 |
| Moyenne    | 417,89                              | 105,24                               | 74,81 |

### 7. Matières en suspension (MES) :

La figure 29 et le tableau 09 illustre les variations des concentrations des moyennes mensuelles des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Saïd Otba.



**Figure 30:** Variations des moyennes mensuelles des MES de l'eau usée brute et épurée

Nous constatons que les concentrations sont entre 91mg /l et 385mg /l. Ces valeurs indiquent une fluctuation en charge polluante exprimée en MES dans les eaux résiduaires des eaux de la ville Ouargla. Ces valeurs n'ont pas dépassées la charge polluante prise en compte

par la station (467 mg/l).

A la sortie de la station, les concentrations ont diminuées. Les valeurs enregistrées dans l'effluent traité, varient entre 39mg /l à 165mg /l. Le pourcentage d'abattement en MES représenté sur le tableau 9 indique un rendement variant entre 25,64% à 78,33% avec en un pourcentage d'abattement moyen de 58,47% .Ceci traduit la moyenne aptitude des MES à la décantation. De plus, durant la période d'étude, les concentrations des MES dans les eaux épurées dépassent la norme admise (35mg/l).

**Tableau 09** : Moyennes mensuelles des MES à l'entrée et la sortie de STEP

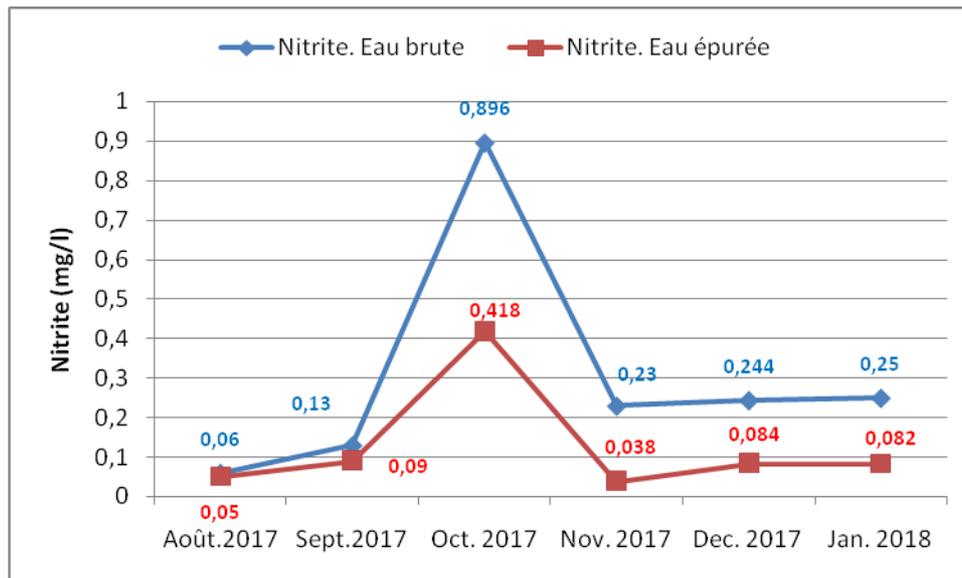
| Mois       | La charge de MES à l'entrée en mg/l | La charge de MES à la sortie en mg/l | R%           |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Août,2017  | 112,5                               | 65,67                                | 41,62        |
| Sept. 2017 | 109                                 | 69                                   | 36,69        |
| Oct. 2017  | 91                                  | 67,66                                | <b>25,64</b> |
| Nov. 2017  | 180                                 | 39                                   | <b>78,33</b> |
| Déc. 2017  | 385                                 | 123                                  | 68,05        |
| Jan. 2018  | 263                                 | 61                                   | 76,80        |
| Fév. 2018  | 281                                 | 165                                  | 41,28        |
| Moyenne    | 203,071                             | 84,332                               | 58,471       |

## 8. Nitrite :

L'azote présent dans les eaux résiduaires urbaines provient essentiellement de l'urine, il est sous forme d'urée et d'acide urique. Lors du transport des effluents jusqu'à la station d'épuration, des réactions d'ammonification ont lieu, transformant cet azote organique en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), forme particulièrement nuisible pour les ressources d'eau de surface.

Le processus de nitrification est relatif à l'oxydation de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), et les nitrites résultent de la 1<sup>ère</sup> étape de ce processus (étape de nitritation). L'oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitreux ( $\text{NO}_2^-$ ) s'effectue par des bactéries présentes dans l'eau.

La figure ci-dessous représentent les variations des moyennes mensuelles des ions nitrites pendant la période d'étude et ceci à l'entrée et la sortie de la station



**Figure 31 :** Variations des moyennes mensuelles de  $\text{NO}_2^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP

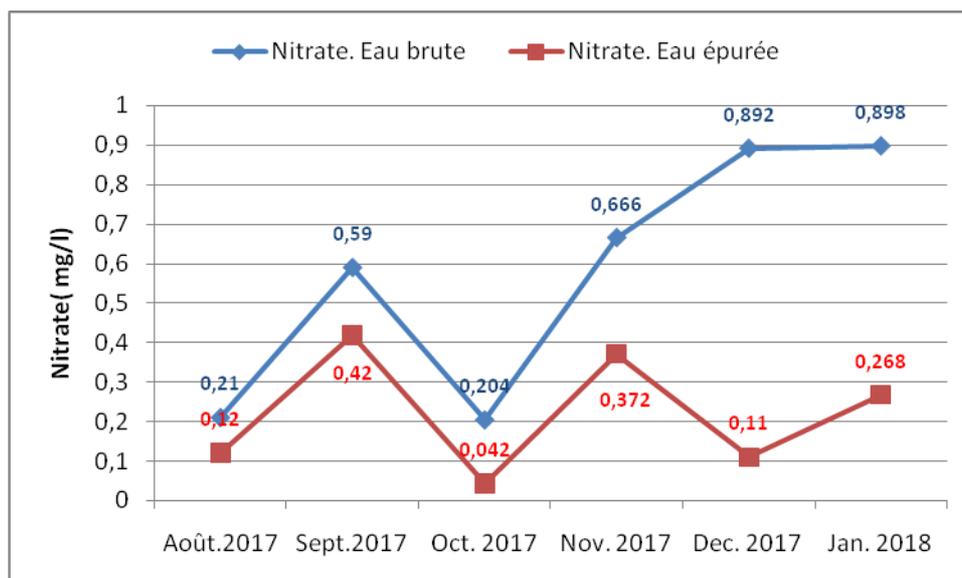
Nous constatons que les teneurs enregistrées dans les eaux brutes sont globalement faibles et varient entre 0,06mg/l et 0.898 mg/l. Ces teneurs diminuent encore dans les eaux épurées (0.05 mg/l à 0.418 mg/l). Cette réduction peut s'expliquer par la réaction chimique de nitrification c'est-à-dire la transformation des ions nitrites en nitrates en présence des bactéries du genre Nitrobacter (oxydation biologique).

Les valeurs des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée (< 1mg/l).

## 9. Nitrate :

La figure 32 représente les variations des nitrates. Les nitrates sont le résultat direct de l'oxydation de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) en passant par les nitrites qui est un élément peu stable sauf en cas d'insuffisance d'oxydant où on note une accumulation de ce dernier. Les nitrates constituent donc le stade final de l'oxydation et la forme oxydée la plus stable.

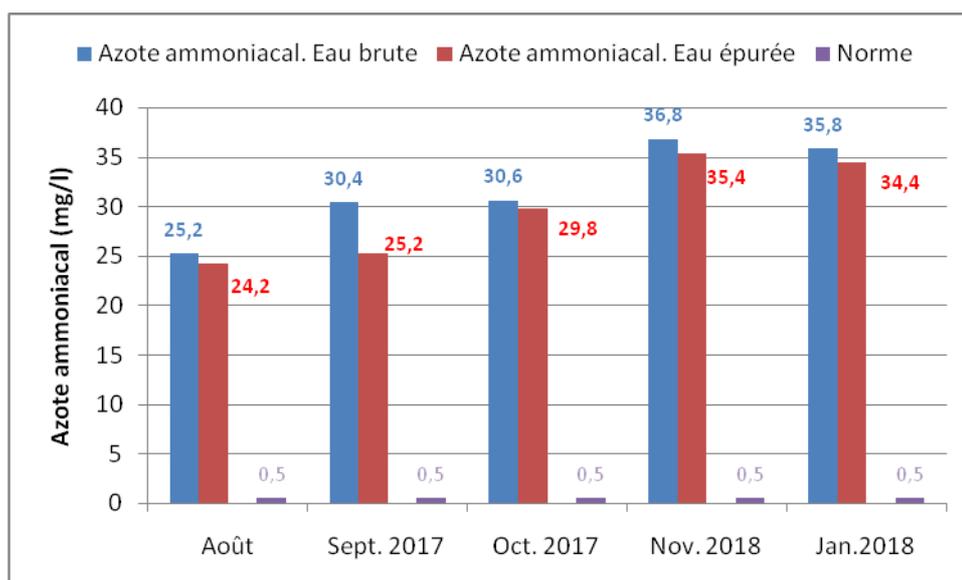
Les teneurs en nitrates diminuent de l'amont vers l'aval de la station. Les concentrations résiduelles sont entre 0.11 à 0.268 mg/l. Cette réduction peut s'expliquer par le processus de dénitrification qui consiste en une réduction des nitrates en azote gazeux par des bactéries hétérotrophes du genre Pseudomonas en l'absence d'oxygène dissous (Pelmont, 1993).



**Figure 32 :** Variations des moyennes mensuelles de  $\text{NO}_3^-$  à l'entrée et à la sortie de la STEP

### 10. L'azote ammoniacal :

L'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique l'élévation des teneurs en  $\text{NH}_4^+$  de l'eau usée avant le traitement (Nisbet et Vernaux, 1970). Les résultats de notre étude sont reportés sur la figure 33



**Figure 33 :** Variations des moyennes mensuelles d'azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP

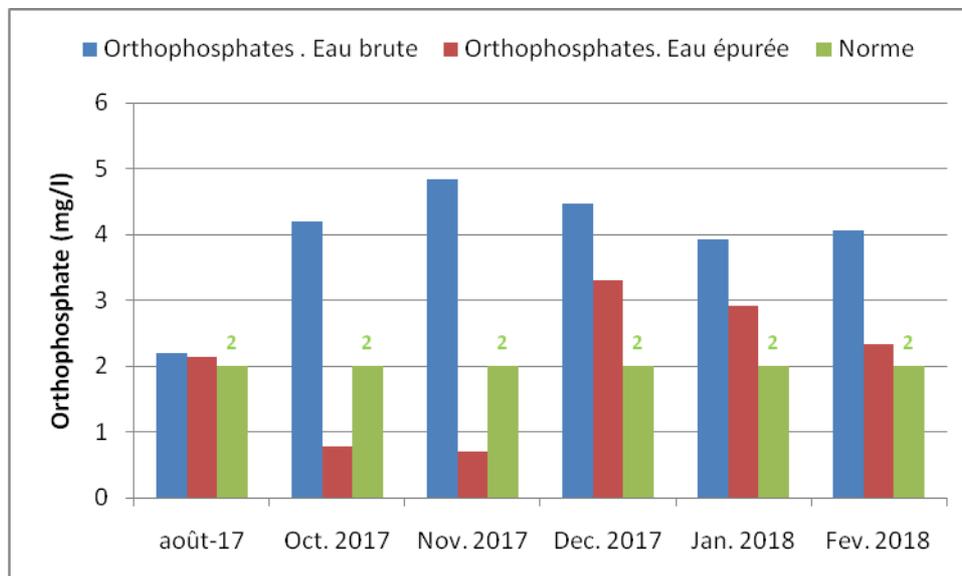
Les concentrations dans les eaux usées brutes varient entre 25.2 mg/l et 36.8mg/l. La concentration en azote des eaux usées urbaines varie entre 30 et 100 mg/l dont l'essentiel est représenté par l'azote ammoniacal, soit 60 %, ce qui fait une teneur de 18 à 60 mg/l d'azote ammoniacal (Nisbet et Vernaux, 1970). A la sortie de la station, dans les eaux épurées on constate globalement, une légère diminution des concentrations en azote ammoniacal. Cette diminution des teneurs en azote ammoniacale est expliquée par une réaction chimique dite nitrification.

### 11. Ortho-phosphate

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues: il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les grosses canalisations et les eaux des lacs, où il contribue à l'eutrophisation (Rodier et al., 2005).

La connaissance de la quantité des ions orthophosphates (50 à 90% du phosphore total des eaux usées urbaines) contenue dans les eaux résiduaires permet de vérifier si ce composé ne fait pas défaut pour envisager un traitement biologique de ces eaux.

Les résultats enregistrés dans la **figure 34** représentent les teneurs des ions orthophosphates dans les eaux brutes et épurées.



**Figure 34** : variation des moyennes mensuelles de PO<sub>4</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les concentrations oscillent entre 2.2 à 4.84 mg/l pour l'eau brute et pour l'eau épurée de 0.704 à 3.3 mg/l. D'après le **tableau 10**, les rendements d'élimination sont très disparates et varient entre 2.72 % et 85.45%. D'après la bibliographie (Henka, 2015), le rendement

épuration en phosphore des systèmes de traitement aérobie s'avèrent encore moins efficaces ; à l'exception de la consommation en phosphore qu'effectuent les microorganismes pour assurer leur subsistance (environ 2,3 grammes de phosphore par 100 grammes de biomasse).

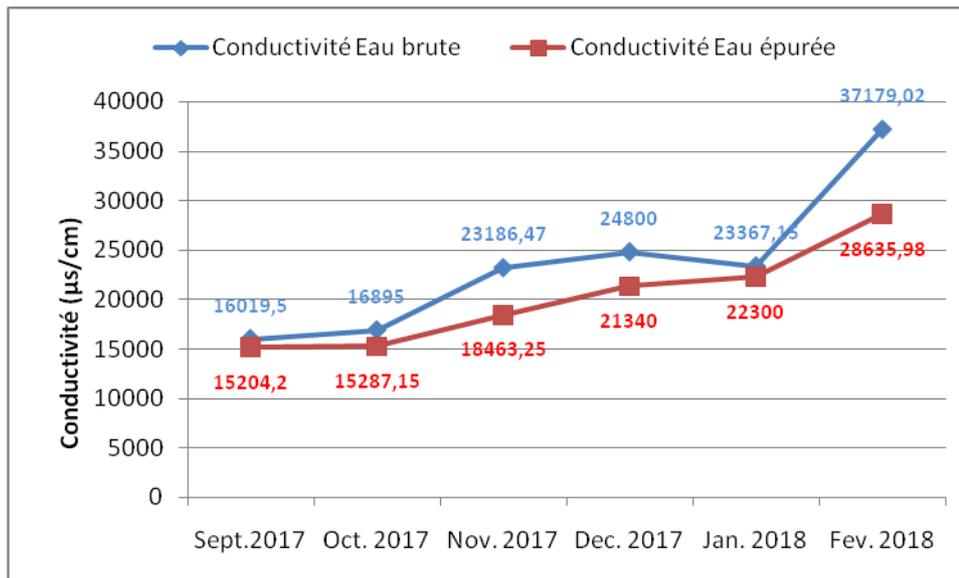
**Tableau 10** : Moyennes mensuelles des orthophosphates à l'entrée et la sortie de STEP, et les rendements de leur élimination

| MOIS          | La charge de PO <sub>4</sub> à l'entrée en mg/l | La charge de PO <sub>4</sub> à la sortie en mg/l | R%    |
|---------------|---|--|-------|
| Août 2017     | 2.2   | 2.14   | 2.727 |
| Octobre 2017  | 4.2   | 0.778  | 81.47 |
| Novembre 2017 | 4.84  | 0.704  | 85.45 |
| Décembre 2017 | 4.46  | 3.30   | 26.00 |
| Janvier 2018  | 3.92  | 2.920  | 25.51 |
| Février 2018  | 4.06  | 2.33   | 42.61 |
| Moyenne       | 3.94  | 2.02   | 43.96 |

## 12. La conductivité :

La figure suivante représente les variations des moyennes mensuelles de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Au cours de l'étude, les valeurs de la conductivité électrique (CE) des eaux usées brutes oscillent entre 16019.5 et 37179  $\mu\text{S}/\text{cm}$  soit une moyenne de 23574,5233  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et ceci atteste une eau très fortement minéralisée. Les valeurs de la conductivité des eaux usées traitées ont légèrement diminué et elles oscillent entre 15204.2 et 28635,98  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les valeurs trouvées ont pour origine la forte salinité de l'eau potable de la zone d'étude et il est probable que l'augmentation de la conductivité des eaux est également liée à des processus comme le lessivage des minéraux du sol.



**Figure 35:** Variations des moyennes mensuelles de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP

### III-3 Conclusion :

Au vu des résultats présentés dans ce chapitre, nous pouvons conclure que les teneurs de la matière organique mesurée en termes de DBO5, DCO et MES se sont avérées très variables. Ces concentrations ont atteint 561 mgO<sub>2</sub>/l pour la DCO, 230 mgO<sub>2</sub>/l pour la DBO5 et 385 mgO<sub>2</sub>/l pour la MES. Ces valeurs n'ont toutefois pas dépassées les charges polluantes prises en compte par la station (337 mgO<sub>2</sub>/l pour DBO5 et 669 mg/l pour la DCO et pour les MES 467 mg/l).

Le rendement épuratoire évolue selon le type de la charge polluante. Les pourcentages d'abattement varient en fonction de la nature de polluants de la sorte : DBO5 > DCO > MES, dont les rendements moyens respectifs sont de 78,22, % 74,81% et 58,47 %.

L'abattement relativement moyen des MES pourrait s'expliquer par la densité plus ou moins élevée d'algues dans les bassins de finition.

Les valeurs enregistrées de la conductivité indiquent que cette est chargée en sels et elle ne peut ,dans ces conditions, être envisageable pour l'irrigation.

# **CONCLUSION**

## **GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

---

### Conclusion générale

L'objectif de notre travail a été de suivre le traitement des eaux usées par lagunage aéré au niveau de la station de Saïd Ôtba de la ville d'Ouargla.

La première partie de l'étude a présenté une synthèse bibliographique sur les eaux usées et les procédés de leur traitement.

La deuxième partie de l'étude a été consacrée dans premier temps, à la description de la station d'étude. La station d'épuration de Saïd Ôtba de la ville d'Ouargla réduit les charges polluantes par lagunage aéré et elle a été mise en service en 2009. Elle vise à traiter un effluent d'eaux usées de 393592 E.H et un débit de 63157 m<sup>3</sup>/j. L'épuration est assurée par huit (08) bassins aérés dont quatre (04) fonctionnent en 1<sup>er</sup> étage, et deux (02) autres en 2<sup>ème</sup> étage ; un troisième étage est formé par deux (02) bassins de finition. Les eaux usées circulent successivement dans l'ensemble des bassins dans lesquels différents organismes interviennent afin d'éliminer la charge polluante. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers Sebkhet Sefioune.

Dans le but d'évaluer le pouvoir épuratoire de la station d'épuration de la ville d'Ouargla, nous avons traité les moyennes mensuelles des paramètres contrôlant la pollution des eaux brutes et épurées.

Les teneurs de la charge polluante mesurée en termes de DBO<sub>5</sub>, DCO et MES se sont avérées très variables au cours de l'étude. Ces concentrations ont atteint 561 mgO<sub>2</sub>/l pour la DCO, 230 mgO<sub>2</sub>/l pour la DBO<sub>5</sub> et 385 mgO<sub>2</sub>/l pour les MES. Ces valeurs n'ont toutefois pas dépassées les charges polluantes prises en compte par la station (337 mgO<sub>2</sub>/l pour DBO<sub>5</sub> et 669 mg/l pour la DCO et pour les MES 467 mg/l).

Le rendement épuratoire évolue selon le type de la charge polluante. Les pourcentages d'abattement varient en fonction de la nature de polluants de la sorte : DBO<sub>5</sub> > DCO > MES, dont les rendements moyens respectifs sont de 78,22, % 74,81% et 58,47 %. Notons que la totalité des valeurs résiduelles mesurées en termes de DCO (95.2 mg/l à 120.1 mg/l) sont conformes à la norme de rejet (<125 mg/l) au cours de la période d'étude.

Le pouvoir épuratoire des MES semble moyennement efficace et ceci serait en raison de la prolifération plus ou moins importante des algues en particulier dans les bassins de finition.

Dans les eaux épurées à la sortie de la station, les concentrations des ions nitrates et nitrites ont diminuées. Cette réduction peut s'expliquer par le processus de dénitrification qui réduit des nitrates en azote gazeux.

# *REFERENCES*

# *BIBLIOGRAPHIQUES*

# RÉFÉRENCES

- Amir S. (2005).** Contribution à la valorisation des boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Th. Doc., Ins. Nati. poly de Toulouse. 341p.
- Bechac J., Boutin P., Mercier B. (1983).** Traitement des eaux usées. 2ème Edition.
- Bouazza (2014).** Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole, mémoire de master, Université Kasdi Merbah - Ouargla
- Benelemouaz I.(2015).** Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia , mémoire de master, Université Abou BekrBelkaid – Tlemcen.
- Bouhanna A. (2014).** Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette de Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne, mémoire de Magister, Université KasdiMerbah - Ouargla
- Boumediene A. (2013).** Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ. Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-BakrBelkaid de Tlemcen.
- Cardot C. (2010).** Les traitements de l'eau pour l'ingénieur, procédés physico-chimiques et biologiques : cours et problèmes résolus, génie de l'environnement. Ed. Ellipses. 302p.
- Chaib A.(2004).** Bioépuration par lagunage naturel. Bulletin du Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), N°5 Juin 2004, pp21.
- CSHPF. (1995),** « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Section des eaux ; 22p
- Degrémont (1978).** Mémento technique de l'eau : 8ème édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.
- Degrémont (1989).** Memento technique de l'eau : édition du cinquantenaire. Tome1. Lavoisier, technique et documentation. Paris (France).
- Degrémont (2005).** Mémento technique de l'eau. Tome 1. 10 ème Ed .466p.
- Desjardins R. (1997).** Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique.
- Directive Européenne** du 21 mai 1991(91/271/CEE) relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.
- Dugniolle H. (1980).** L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC - revue n° 3- septembre, pp. 44-52.

- Duguet J.P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Monteil A ; RiouG ; Simon P, (2006).** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement),.
- Edline F. (1996).** L'épuration physico-chimique des eaux. 3eme édition. Ed. CEBEDOC,
- Gaid A. (1984).** Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I, édition OPU,Alger.
- Gomella C., Guerre H. (1982).** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, tome I, édition : Ayrolles, Paris (France).
- Grosclaude. G (1999).** L'eau usage et polluant, Tome II. 4ème Edition : INRA paris
- Jarde E.(2002).** Composition organique des boues résiduaires de station d'épuration lorraines : caractérisation moléculaires et effets de la biodégradation. Th. Doc. Univ. Henri Poincaré. Nancy I en sciences de l'Univers. 286p.
- Koller E. (2004).** Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale
- Ladjel F. (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdès, p80.
- Legube B. (1996).** Le traitement des eaux superficielles pour la production d'eau potable, Agence de l'eau Loire –Bretagne
- Mechati F. (2006).** Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de Skika. Mémoire de magister.
- Metahri M. (2012).** Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usée traitée, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri Tizi-ouzou.
- Ouali M. (2001).** Cours de procédés unitaires biologiques et traitements des eaux. Offic. Pub. Univ, Blida. 52p.
- Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDP Aquitaine, Bordeaux. 71, 144p
- Richard C. (1996).** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
- Rodier J. (2005).** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8<sup>ème</sup> Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.
- Rodier J. (2009).** L'analyse de l'eau 9ème édition : Dunod, Paris (France).

**Suschka J., Ferreira E. (1986).** Activated sludge respirometric measurements, Water research, pp.137-144. Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.

**Tchimogo M. (2001).** Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Genie rurale. Blida.132p.

**Telli S. (2013).** Etude sur la valorisation par séchage solaire d'Assainissement (ONA)-Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen.

**Tfyech L. (2014).** Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement Université KasdiMerbah - Ouargla

**Thomas O. (1995).** Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Cebedoc. Tec. et Doc. Lavoisier, 192 p.

**U.N.E.S.C.O. (2008).** Traitement des eaux usées par lagunage fiche technique. Organisation des Nation Unies pour l'Education, la Science et la Culture, Bureau Multi-pays pour le Maghreb. 8p.