

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed khider – Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civil et Hydraulique

Référence :...../ 2020



جامعة محمد خيضر- بسكرة

كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم الهندسة المدنية و الري

المرجع: / 2020

Mémoire de Master

2^{ème} année

Option : Hydraulique urbaine

THEME

**Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la Station
d'épuration de la ville de Tissemsilt**

Etudiant :

Bentamra Bachir

Encadreur :

Pr Seghairi Nora

PROMOTION: 2020

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné le Courage et la sagesse pour pouvoir mener à terme ce Modeste travail.

Je remercie mon encadreur Mme. Seghaïri Nora pour ses conseils

Et pour m'avoir honoré en acceptant de diriger ce travail.

Je présente mes remerciements aux membres de Jerry de bien vouloir accepter d'évaluer mon travail.

Je voudrais remercier aussi l'ensemble des personnes de la Station de Tissemsilt spécialement le directeur Safzine el abidine.

Je remercie aux responsables et personnel de l'a Direction d'office national de l'assainissement (ONA).

Nous adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université MOHAMED KHIDER en Particulier ceux du département HYDRAULIQUE.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

DEDICACE

Je tien a dédier ce modeste travail :

A mes chers parents mourad et karíma pour la

Compréhension, la patience et le soutien

Moral et financier.

A ma sœur khadídja et mes frères mohamed, abdelhafid et Nouh

A mes deux grands-pères bachir et fatíma

A toute la famille bentamra et sahnoune

A tous mes amis

Résumé

Dans les stations d'épuration à boues activées, les problèmes biologiques sont très fréquents et plus complexes à maîtriser. Ces problèmes limitent la rentabilité des stations et rend difficile le contrôle et le suivi de sa bonne marche. Dans la wilaya de Tissemsilt, il existe deux stations d'épurations (STEP) à boues activées. Parmi ces ouvrages figure la station d'épurations des eaux usées de la ville de Tissemsilt alimentée par un réseau unitaire. Le but de ce travail a été d'évaluer la qualité des eaux usées brutes épurées dans la STEP de Tissemsilt à travers une série d'analyses et de suivi de divers paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, NH₄⁺,) qui influent sur le rendement du bassin biologique et celui du clarificateur. En revanche, il ressort de cette étude que la STEP de Tissemsilt fonctionne correctement en moyenne charge.

Mots clés : Station d'épuration, eaux usées, Tissemsilt, boues activées, rendement.

Abstract

In activated sludge treatment plants, biological problems are very frequent and more complex to control. These problems limit the profitability of the stations, make it difficult to control, and monitor its proper functioning. In the wilaya of Tissemsilt, there are of them activated sludge treatment plants. Among these works is the wastewater treatment plant in the town of Tissemsilt supplied by a unit network. The aim of this work was to assess the quality and purification of wastewater in the Tissemsilt WWTP through a series of analyzes and monitoring of various pollution parameters (MES, COD, DBO₅, NH₄⁺, etc. . .) which influence the performance of the biological pond and that of the clarifier. On the other hand, it emerges from this study that the purification plants of Tissemsilt works correctly at low load.

Keywords: Treatment plant, wastewater, Tissemsilt, activated sludge, yield.

المخلص:

المشاكل البيولوجية جد متكررة و معقدة، فهي تحد من مردودية محطات الصرف الصحي، فمن الصعب التحكم في مراقبة ضمان حسن تشغيلها. يوجد في ولاية تيسمسيلت محطتين لتصفية المياه المستعملة منها محطة التطهير مدينة تيسمسيلت حيث يزودها شبكة أحادية لمياه الصرف الصحي. والهدف من هذا العمل هو دراسة امتثالية المعالجة البيولوجية في هذه المحطة من خلال سلسلة من التحليلات ورصد مختلف معالم التلوث. التي قد تؤثر على الحوض البيولوجي والترسيب. ومع ذلك، يبدو من هذه الدراسة أن محطة تيسمسيلت تعمل بشكل صحيح و هي الحمولة متوسط.

الكلمات المفتاحية : محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، تيسمسيلت، مردودية

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
-----------------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

I-1 Introduction.....	3
I-2 Définition des eaux usées	3
I – 3 Les principaux rejets polluants	4
I -4 la pollution des eaux usées	5
I.5. Les paramètre de pollution	6
I.6. L'équivalent habitant (EH.....)	9
I.7. Normes internationales	9
I.8. Normes Algériennes	10
I.9. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées...)	11
I.10. Rôle des stations d'épuration	11
I.11. procédés d'épuration des eaux usées	11
I.11.1. Prétraitement	11
I.11.2. Le traitement primaire (décantation primaire)	14
I.11.3. Le traitement biologique	14
I.11.4. décantation secondaire	15
I.11.5. Le traitement tertiaire	16
I.11.6. Le traitement des boues	18
I.12. Conclusion	19

CHAPITRE II : Description de la station d'épuration de Tissemsilt

II-1- Introduction	20
--------------------------	----

II.2. Principe de fonctionnement de STEP de Tissemsilt	22
II.2.1. Donnée de base	23
II.2.2. L'origine d'eau brute	23
II.2.3. Les installations de la STEP	23
II.2.3.1. Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux	23
II.2.3.1.1. Le déversoir d'orage	24
II.2.3.1.2. Prétraitement	24
II.2.3.1.3. traitement biologique	27
II.2.3.1.4. Décanteur Secondaire	28
II.2.3.1.5. Bassin de chloration.	29
II.2.3.2. Description des ouvrages de traitement de la filière boues.....	28
II.2.3.2.1. Epaisseur	30
II.2.3.2.2. Lits de séchage	31
II.4. Conclusion	31

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : Méthodes et matériels

I-1 Introduction.....	32
I.2. Echantillonnage	32
I.3. Les paramètres physico-chimiques	33
I.3.1. Le pH	33
I.3.2. Détermination de la conductivité	33
I.3.3. Détermination de la température et l'oxygène dissous (O ₂)	34
I.3.4. Détermination des matières azotées (nitrate, nitrite, azote ammoniacal).....	34
I.3.5. Détermination des phosphates (PO ₄ ³⁻)	35
I.3.6. Les matières en suspension (MES)	35

I.3.7.Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	38
I.3.8.Demande Chimique en Oxygène (DCO)	40
I.3.9. Rapport DCO/DBO5	42
I.4.Mesure de la sédimentation des boues (V30)	42
A. Procédure expérimentale	42
I.5. Conclusion	43
 CHAPITRE II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt	
II.1. Introduction	44
II.2. Performances de la station d'épuration	44
II.2.1.Détermination des volumes et débits d'eau épurée mensuels	44
II.2.2. Analyses physico-chimiques	45
1. Température	46
2. pH	47
3. Conductivité électrique	48
4. Matière en suspension (MES)	49
5. Demande chimique en oxygène (DCO)	50
6. Demande biologique en oxygène (DBO5)	52
7. La biodégradabilité (K)	54
8. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	55
9. Les nitrites	57
10. Les nitrates.....	58
11. Phosphates (PO ₄)	60
II.3. Vérification des indicateurs de performances de la STEP	61
3.1 La charge massique Cm	61
3.2 La charge volumique Cv	62
II.4.Conclusion	63
CONCLUSION GENERALE	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Les gemmes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux.....	6
Tableau I.2 : Normes de rejets internationales	10
Tableau I.3 : Les normes de rejet des eaux usées appliquées en Algérie	10
Tableau I.4 : Classification des procédés à boues activées	15
Tableau II.5 : Les données de base de la station d'épuration des eaux usées de Tissemsilt...	23
Tableau I.6 : Facteur de conversion de la DBO5 en fonction du volume de prise.....	39
Tableau II.7 : Les valeurs moyennes de volume à l'entrée et à la sortie de la station.....	44
Tableau II.8 : les valeurs moyennes des débits à l'entrée et à la sortie de la station.....	41
Tableau II.9 : Moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	50
Tableau II.10 : les charges moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	52
Tableau II.11 : Moyennes mensuelles des teneurs de la DBO5 de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	53
Tableau II.12 : Moyennes mensuelles des teneurs de l'azote ammoniacal de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	56
Tableau II.13 : Moyennes mensuelles des teneurs des nitrites de l'eau usée brute et épurée et leurs d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	58
Tableau II.14 : Moyennes mensuelles des teneurs des nitrates de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.....	60
Tableau II.15 : présente la variation journalière du phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP	62

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Figure I.1 : Schéma général d'une station d'épuration.....	12
Figure I.2 : Schéma d'un dégrilleur	12
Figure I.3 : Schéma d'un déssableur	13
Figure I.4 : Dessablage-déshuilage	13
Figure I.5 : Décanteur rectangulaire à pont racleur	14
Figure I.6 : Décanteur circulaire à raclage mécanique.....	16
Figure I.7 : Les différentes phases de la métabolisation anaérobie de la pollution carbonée .	16
Figure I.8 : Schéma général de la nitrification-dénitrification	17
Figure I.9 : Principales étapes de la déphosphoration biologique	18
Figure I.10 : Enchaînement des opérations unitaires de traitement des boues	19

CHAPITRE II : Description de la station d'épuration de Tissemsilt

Figure II.1 : Localisation géographique de la wilaya de Tissemsilt	20
Figure II.2 : Localisation géographique de la zone d'étude et de la STEP.....	21
Figure II.3 : La STEP de Tissemsilt (googleearth).....	22
Figure II.4 : Cuillère bivalve.....	23
Figure II.5 : Dégrilleur grossier de la STEP Tissemsilt.....	25
Figure II.6 : Dégrilleur fin de la STEP Tissemsilt.....	25
Figure II.7 : Déssableur–Deshuilleur.....	26
Figure II.8 : Le classificateur à sables.....	27
Figure II.9 : Pont racleur et les aéroflots Et les huiles.....	27
Figure II.10 : Le Bassin biologique.....	27
Figure II.11 : Le Bassin de dégazage.....	28
Figure II.12 : Le Décanteur.....	29
Figure II.13 : Le bassin de chloration (la sortie des eaux épuré).....	29
Figure II.14 : Digesteur aérobie.....	30
Figure II.15 : Lits de séchage.....	31

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

Figure I.1 : Préleveur automatique des eaux usées	32
Figure I.2 : Multi-paramètres pour mesurer le pH et la Conductivité	33
Figure I.3 : Oxymètre pour mesure de l'O ₂ et la température	34
Figure I.4 Spectrophotomètre et Réactifs des éléments azotés.....	35
Figure I.5 : L'échantillon de MES à la sortie et à l'entrée de la station.....	36
Figure I.6 : Balance de précision	36
Figure II.7 : Le Filtre.....	37
Figure I.8 : Etuve	37
Figure I.9 : Balance de précision et Dessiccateur	38
Figure I.10 : Armoire thermostatique de température constante à 20 °C.....	39
Figure I.11 : Boîte de réactifs à l'entrée et la sortie de DCO	41
Figure I.12 : Thermostat DRB200	41
Figure I.13 : Spectrophotomètre HACH DR3900	42
Figure I.14 : CONNE IMHOFF.....	43

CHAPITRE II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

Figure II.1 : Variation des volumes à l'entrée et à la sortie de la station.....	45
Figure II.2 : Variation des débits à l'entrée et à la sortie de la station.....	45
Figure II.3 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020).....	46
Figure II.4 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.....	46
Figure II.5 : Variation journalière de PH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020).....	47
Figure II.6 : Variations moyennes mensuelles de pH de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.....	47
Figure II.7 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité électrique de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.....	48
Figure II.8 : Variation journalière de la concentration de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020)	49
Figure II.9 : Variations des charges moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt	49

Figure II.10 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020)	51
Figure II.11 : Variations des charges moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt	51
Figure II.12 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)	52
Figure II.13: Variations des moyennes mensuelles de la DBO5 de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsit.	53
Figure II.14: Variations de La biodégradabilité (K).....	54
Figure II.15 : Variation journalière de NH4 + à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)	55
Figure II.16 : Variations des moyennes mensuelles de l'azote ammoniacal de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.....	56
Figure II.17 : Variation journalière de NO2 à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)	57
Figure II.18 : Variations des moyennes mensuelles des nitrites de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.....	58
Figure II.19 : Variation journalière de NO3 à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)	59
Figure II.20: Variations des moyennes mensuelles des nitrates de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.....	59
Figure II.21 : Variation journalière de phosphates (PO4 ⁺³).....	60
Figure II.22 : Variation journalière de la charge massique(Cm) dans le bassin d'aération de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)	61
Figure II.23 : Variation journalière de la charge volumique(Cv) dans le bassin d'aération de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020).....	62

Introduction

Générale

La nature et les êtres vivants subissent de plus en plus les conséquences de la pollution avec le développement industriel et la croissance démographique. La pollution de l'eau qui affecte les rivières, les mers, les nappes phréatiques et les lacs, est le résultat du rejet de eaux usées sans traitement ou un niveau de traitement insuffisant : Cela provoque une dégradation de l'écosystème. Le problème est encore plus grave dans le cas des effluents industriels présentant un caractère toxique. L'effluent désigne les eaux (généralement altérées de pollution organique, chimique, thermique...) sortant de chez un usager ou un groupe d'usagers. Généralement, les effluents nécessitent un traitement, plus ou moins léger en fonction du degré d'altération des eaux, avant rejet dans le milieu naturel.

Le rejet des eaux usées dans la nature sans les épurer est l'un de principaux phénomènes qui ont contribué à la pollution de l'environnement, à la contamination des eaux souterraines et par la suite à la propagation des maladies. Pour lutter contre les effets néfastes de ces eaux, l'implantation des stations d'épuration demeure un outil fondamental car elles garantissent des eaux conformes aux normes de rejet. Cependant, pour aboutir aux résultats voulus, différentes dispositions doivent être prises en considération telle que le contexte géologique, démographique et hydrologique.

Les procédés d'épuration utilisés, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont : procédé à boues activées, le lagunage et les lits bactériens. La phase de traitement biologique par boues activées représente une phase clé de la chaîne globale d'épuration des eaux usées qu'elle est largement utilisée en Algérie (**Degremont, 2005**). L'Algérie dispose à l'heure actuelle de 137 stations d'épuration des eaux usées dont le volume des eaux usées épurées est estimé à 16 millions de mètres cube (**ONA, 2017**). Dans une démarche d'un développement durable dans le domaine du traitement des eaux usées, les stations d'épuration qui devraient répondre à des besoins immédiats de collecte et de traitement des eaux usées, doivent actuellement faire face à de nouvelles problématiques dans la gestion et le respect des normes en vigueur en matière de rejet ou de réutilisation de la ressource.

Le traitement biologique à boues activées utilise les bactéries qui représentent la biomasse afin de dégrader la pollution présente dans le substrat. Ces réactions fonctionnent en aérobie, elles nécessitent donc de l'oxygène. Les stations d'épuration, notamment celles utilisant le procédé des boues activées, peuvent être sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoires. Ces problèmes sont apparus très tôt avec le développement des boues activées mais leur fréquence s'est accrue avec l'introduction des procédés conçus pour

l'élimination de l'azote et du phosphore. De nombreux facteurs sont susceptibles d'affecter le comportement des boues activées dont: la nature de l'eau usée et le réseau ; la conception de la station et l'exploitation de la station. Les problèmes biologiques limitent les capacités hydrauliques de la station, L'origine de ces difficultés est à rapprocher des désordres ou déséquilibres biologiques qui le plus souvent se traduisent par des problèmes de décantation secondaire : mauvaise séparation de la boue et du surnageant épuré.

Ce travail réalisé au niveau de la station d'épuration de la ville de Tissemsilt a pour but d'optimiser le fonctionnement du traitement biologique de cette station en vue d'améliorer la qualité de l'eau épurée, en analysant les paramètres suivants : le pH, la température, DCO, MES, les matières azotées, les phosphates, nitrates et nitrites.

Ce travail est présenté en quatre chapitres :

- Nous avons présenté au **premier chapitre** des généralités sur l'épuration biologique des eaux usées (objectif de l'épuration biologique, description des phénomènes biologiques, procédés d'épuration : intensifs, extensifs, métabolisme microbien, biodégradabilité de l'eau,)
- Dans le **deuxième chapitre**, nous avons présenté une présentation et une description générale de la STEP de **Tissemsilt** ;
- Le **troisième chapitre** est consacré à la description et aux matériels et les méthodes analytiques utilisées dans cette étude.
- Le **quatrième chapitre** est consacré à la présentation des résultats expérimentaux obtenus ainsi que leurs interprétations.

Enfin une **conclusion générale** est donnée pour résumer notre travail.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

I.1. Introduction

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en Transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible. L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore....etc.) Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement Des boues produites (**Gaid A, 1984**)

I.2.Origine et Composition des eaux usées

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (**Thomas O, 1955**). Une eau est considérée comme «eau usée »lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui on parle de plus en plus des notions d'eaux claires.Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre catégories d'eaux usées :

I.2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, ...etc.et en eaux 'vannes' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**Gaid, 1984 ; Metahri, 2012**).

I.2.2.Les eaux industrielles :

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

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

acides, des bases et divers produits chimiques, Des matières radioactives. Des graisses et Des hydrocarbures) Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants.

I.2.3. Les eaux agricoles :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau (**Richard C, 1996**). Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures : Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais, Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides, Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes.

I.2.4. Les eaux pluviales :

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes : Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées, Les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent, Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décanables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts (**Regsek F, 2002**).

I.3 Les principaux rejets polluants

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eaux est évaluée de 70 à 90 g de matière en suspensions (MES), 60 à 70 g de matière organiques (MO), 15 à 17 g de matières azotées (N), 4 g de phosphore (P) et plusieurs milliards de germes pour 100 ml. Pour estimer une pollution en vue de dimensionner un système d'épuration, il faut disposer d'une Unité. Dans la pratique on prend comme unité de pollution l'équivalent habitant (**Lagardette J 2004-2005**).

I.3.1. Charge de polluante :

Charge en DBO : les charges en DBO apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées comme suit suivant le type de réseaux :

- réseau séparatif : 54 g/hab. j.
- réseau pseudo séparatif : 60 g/hab.j.
- réseau unitaire : 74 g/hab.j.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Ces valeurs sont variables suivant le nombre d'habitants raccordé au réseau (**G .Abdelkader, 1984 Tome1**).

I.3.2. Charge en matière en suspension :

Les charges en matière en suspension sont de l'ordre de 70 à 90 g/h/j avec environ 70 % de matières organiques et de 30 % de matières minérales. Ceci correspond a une charge en MVS de 50 à 64 g/hab.j.et de 20 à 25 g/hab.j pour les matière minérales (**Lagardette J, 2004**).

I.3.3. Charge en DCO :

Les charge en DCO apportées les eaux usées varient généralement de 60 à 180 g/hab.jen fonction du nombre d'habitant.

I.4.la pollution des eaux usées

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; par des déversements, rejets, Dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les Microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution [**G .Abdelkader 1984 Tom1**].

I.4.1 la pollution chimique :

La pollution chimique, résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. Elle est regroupée en deux catégories :

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..) ;
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) (**Traité de l'environnement**).

I.4.2. la pollution organique :

Elle constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la Plus large, cette forme de pollution peut considérer comme résultats de diverses activités (urbain, Industriels, artisanales et rurales).On distingue, pour les eaux usées urbaines, les matières Organique banale "protides, glucides, lipides", Les détergents, les huiles et goudron (**G .Abdelkader, 1984 Tome 1**).

I.4.3 la pollution microbiologiques :

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette Flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Franconi A, (2004)**). Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux sont données sur le tableau I.1 suivant :

Tableau I.1 : Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux

Germes	Organismes	Maladies
Les bactéries pathogènes	Salmonella Shigelles	Typhoïde Dysenterie
Entérobactérie vibrions	Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibrion coma	Tuberculose Cholera
Les Virus	Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota virus	Poliomyélite Méningite Affection respiratoire, diarrhée
Les parasites et Les champignons	Taenia, ascaris	Lésions Viscérales Eczéma, Maladie de la peau

I.4.4 Pollution par le phosphore :

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries Industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire. Comme l'azote, le phosphore est un Élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération Excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (**Richarde C, 1996**).

I.4.5 Pollution par l'azote :

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires (**Aoulmi Sofiane, 2007**). L'azote existe sous deux formes :

- La forme réduite qui regroupe l'azote Ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+)
- L'azote organique (protéine, créatine, acide urique).

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

- Plus une forme Oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-).

Les eaux usées rejetées par les hôpitaux, les écoles, les commerces, les hôtels et restaurants, les dentistes, les laboratoires, les artisans (boulangers, bouchers, coiffeurs, etc.) sont souvent, pour des raisons techniques ou d'hygiène, chargées de produits professionnels spécifiques.

1.5. Les paramètres de pollution :

On distingue les paramètres physiques, chimiques et toxiques.

1.5.1. Les paramètres physiques :

a) Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O_2) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (**Alain Botta, Laurence Bellon, (2001)**).

b) Les matières en suspension (MES)

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à $1\mu\text{m}$ 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 (**Vaillant J R, (1974)**).

1.5.2. Les paramètres chimiques :

a) Potentiel d'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) (**Bahloul F, 2004**).

b) Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (**Rodier J, 2005**). Elle est d'autant plus élevée qu'il y a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. Elle est mesurée en $\text{mg d'O}_2/\text{l}$ (**Taradat M H, 1992**).

* DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines ;

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

* DCO = 1 à 10 fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire ;

* DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles ;(Suschka J, Ferreira E, 1986).

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par L'équation suivante : $MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3$

c) La demande biochimique en oxygène (DBO):

Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation et au moyen des bactéries aérobies, les matières organiques des eaux usées. Cette oxydation s'effectue en deux stades :

* Oxydation des composés de carbone, phénomène qui à 20°C, se trouve Pratiquement terminer en 20jours ;

* Oxydation des combinaisons comprenant de l'azote, réaction qui ne s'amorce qu'au bout d'une dizaine de jour.

La DBO₅ exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité Pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure L'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène Consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO₅ (Suschka J, Ferreira E, 1986).

d) La biodégradabilité :

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec :

$$K = DCO / DBO_5$$

* Si $K < 1.5$, cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;

* 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.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (**Metahri Mohammed Saïd, (2012)**).

I.5.4. Les paramètres bactériologiques :

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries,

a) Les Virus

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel (**P Duchene, 1990**). Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, l'hépatite A

b) Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella responsables de la Typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux (**Feray C, 2000**).

I.6. L'équivalent habitant (EH) :

L'équivalent habitant c'est la pollution journalière produite par un habitant et par jour exprimée en g d'oxygène nécessaire pour la dégradation. C'est une notion théorique, établie sur base d'un grand nombre de mesures, qui exprime la charge polluante d'un effluent, quelle que soit l'origine de la pollution, par habitant et par jour. L'Equivalent-habitant est une unité de mesure permettant de quantifier la charge brute de pollution organique, 1 Eh= 60 g de DBO₅. (**Vaillant J R, (1974)**).

I.7. Normes internationales : Les normes de l'OMS

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

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

normes Internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau I.2 : Normes de rejets internationales (CSHPF, (1995).

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6.5-8.5
DBO ₅	Mg/l	<30
DCO	Mg/l	<90
MES	Mg/l	<2
NH ⁺ ₄	Mg/l	<0.5
NO ₂	Mg/l	1
NO ₃	Mg/l	<1
P ₂ O ₅	Mg/l	<2
Température T	°C	<30
Couleur	-	incolore
Odeur	-	inodore

I.8. Normes Algériennes :

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau I.3.ci-dessous.

Tableau I.3 :Les normes de rejet des eaux usées appliquées en Algérie (**Journal Officiel de la République Algérienne**)

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	°C	30
pH	-	6.5a8.5
MES	Mg/l	35
DBO ₅	Mg/l	35
DCO	Mg/l	120
Azote Kjeldahl	Mg/l	30
Phosphates	Mg/l	02
Phosphore total	Mg/l	02
Cyanures	Mg/l	0.1
Aluminium	Mg/l	03
Cadmium	Mg/l	0.2
Fer	Mg/l	03
Manganèse	Mg/l	01
Mercuré 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

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

Indice Phénols	Mg/l	0.3
Fluor et composés	Mg/l	15
Étain total	Mg/l	02
Composés organiques chlorés	Mg/l	05
Chrome total	Mg/l	0.5
Chrome III +	Mg/l	03
Chrome VI +	Mg/l	0.1
Solvants organiques	Mg/l	20
Chlore actif	Mg/l	1.0
PCB	Mg/l	0.001
Détergents	Mg/l	2
Tensioactifs anioniques	Mg/l	10

1.9. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduelles rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une Pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable(Saggai M M, (2004).Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur.
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande Chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.) De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien.

1.10.Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Traiter les eaux.
- ✓ Protéger l'environnement.
- ✓ Protéger la santé publique.
- ✓ Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

1.11. Procédés d'épuration des eaux usées :

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

D'une façon générale, une station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes (Figure I.1) :

I.11.1 Prétraitement :

Le prétraitement vise à protéger le relèvement des eaux brutes et plus généralement à éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Suivant la qualité de l'eau à traiter, plusieurs opérations peuvent être nécessaires, parmi lesquelles :

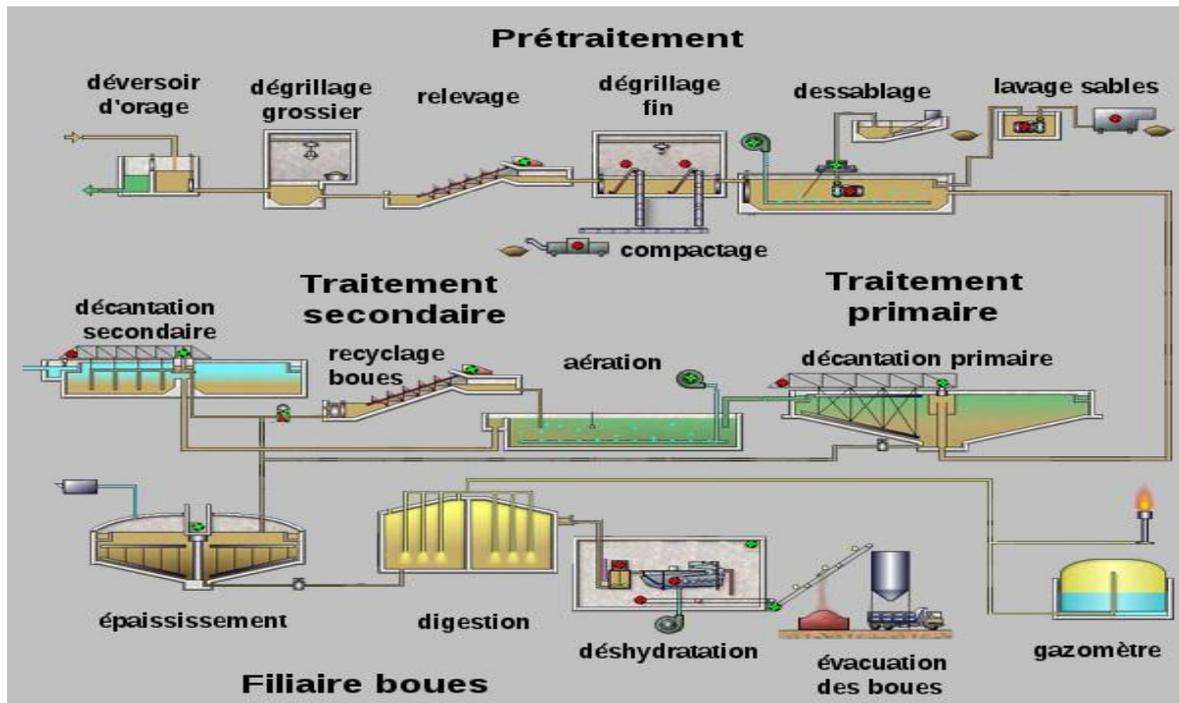


Figure I.1: Schéma général d'une station d'épuration

a- Dégrillage :

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé (Figure I.2). L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille (mécanique et manuelle) dont l'écartement est bien calculé (KESBI Rafika, 2016).

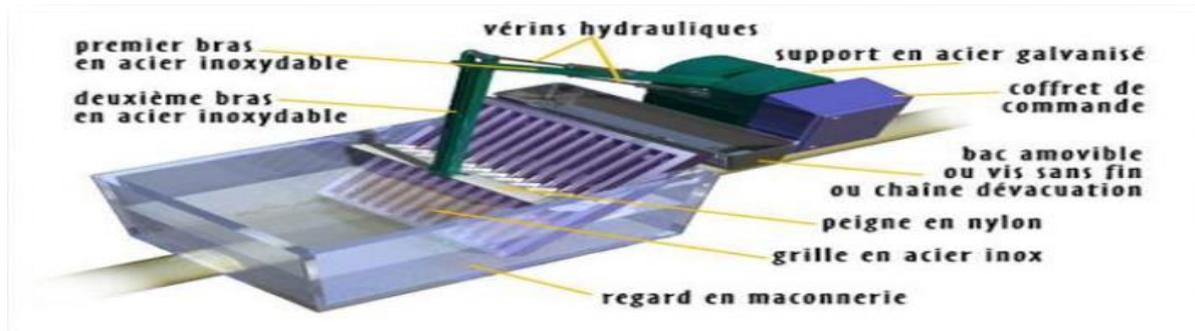


Figure I.2: Schéma d'un dégrilleur (Satin M, 2010)

b- Dessablage

Le dessablage consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage (Figure I.3) et permet de réduire la production des boues et d'éviter de perturber les autres étapes de traitement, en particulier, le réacteur biologique (G .Abdelkader 1984 Tom1).

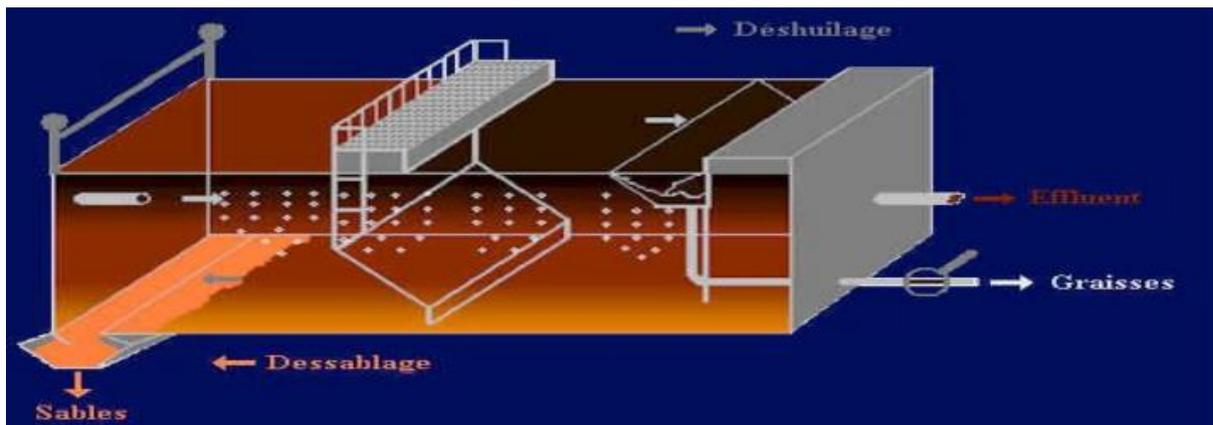


Figure I.3: Schéma d'un déssableur (MEZIANI F, 2016)

c- Dégraissage déshuilage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés (Figure I.4) visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite. (G .Abdelkader 1984 Tom1).

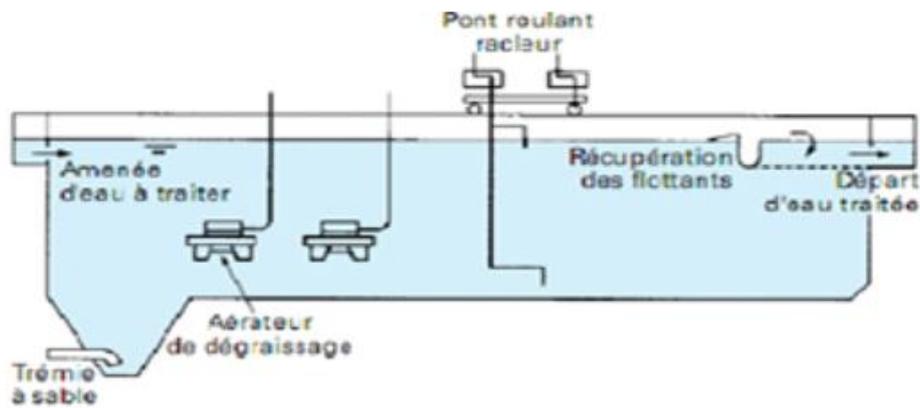


Figure I.4. : dessablage-déshuilage(Degrémont, 2005)

I.11.2. Le traitement primaire :

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les stations d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité (Figure I.5).(AOUAD R, 2014)(Hadjou Belaid Z,(2013). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h,40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluante.

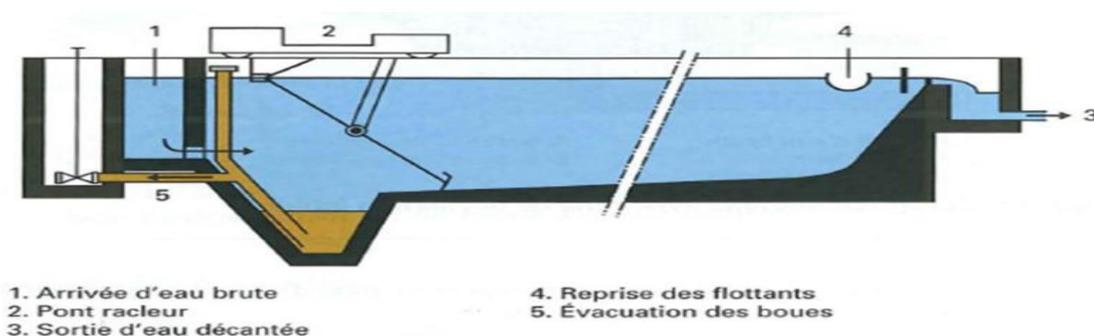


Figure I.5 : Décanteur rectangulaire à pont racleur [26](BENARIBA H, (2015)

I.11.3. Le traitement biologique :

Pour objectif de l'élimination des composés solubles d'origine organique, parallèlement, la floculation de la biomasse permet de piéger les matières en suspension restant à l'issue du traitement primaire. Le principe de ce traitement est de mettre en contact la matière organique contenue dans les eaux usées avec une population bactérienne. (BAHLOUL F, 2004) :

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

I.11.4. Traitement secondaire anaérobie ;

Ce traitement s'effectue en condition d'anaérobiose c'est-à-dire en absence d'oxygène. Les bactéries anaérobies assurent la décomposition métabolique des composés biodégradables par des processus de fermentation. (BENARIBA H, (2015).

a) Le traitement secondaire aérobie ;

Ce type de traitement fait appel aux bactéries aérobies qui se développent en présence d'oxygène. La dégradation des polluants est effectuée par des réactions d'oxydation dans un milieu aéré. (BENARIBA H, 2015).

I.11.5. Boues de recirculation :

Pour obtenir un bon rendement d'épuration du traitement biologique par boues activées à moyenne charge, il faut une recirculation importante des boues provenant du décanteur secondaire afin de maintenir une concentration suffisante en boues activées pour la régénération des bactéries épuratrices dans le bassin d'aération. (khechiba L, (2016)

I.11.6. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

a) La charge massique (Cm):

C'est la masse de nourriture entrant quotidiennement dans le Bassin d'aération par rapport à la masse de boues présente dans ce réacteur Elle est Exprimée en (kg DBO₅ .kg-1MS.j-1)

b) La charge volumique (Cv) :

C'est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le Bassin d'aération ramenée au volume du bassin d'activation. Elle est exprimée en (kg DBO₅ m³ j⁻¹) Il est courant de classer les différents procédés par boues activées suivant la valeur de la charge Massique ou volumique à laquelle ils fonctionnent. Les valeurs sont montrées sur le tableau

Tableau 1.4 : Classification des procédés à boues activées

Type	Charge massique (Kg DBO ₅ .Kg ⁻¹ 1MV.j ⁻¹)	Charge volumique (Kg DBO ₅ .m ⁻³ .j ⁻¹)	Temps de séjours moyen (h)
Très forte charge	> 1.5	>3	1

Forte charge	0.50 à 1.5	1.5 à 3	2-4
Moyenne charge	0.25 à 0.50	0.7 à 1.5	4-6
Faible charge	0.1 à 0.25	0.3 à 0.7	8-10
Très faible charge	< 0.1	<0.3	>20

I.11.7. La décantation secondaire :

La décantation secondaire, également appelée clarification, intervient après un traitement biologique ou chimique, afin d'éliminer les floes issus des traitements biologiques ou chimiques. Lors d'une phase de décantation, la liqueur mixte maintenue en suspension dans le bassin d'aération, passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée. (BELARBIA A ,2015) Le floe se sépare dans l'eau interstitielle et se dépose sur le radier de l'ouvrage de clarification (Figure I.6), tandis que l'eau clarifiée est évacuée dans une rigole périphérique (Amir, S., 2005)

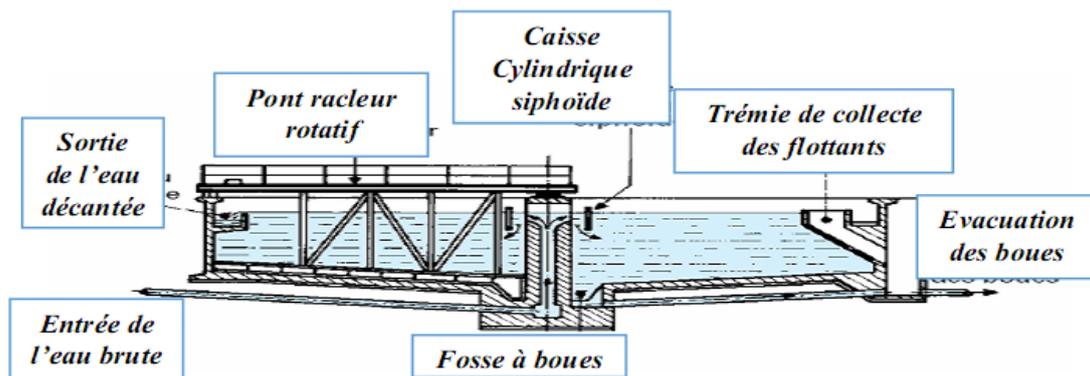


Figure I.6 : Décanteur circulaire à raclage mécanique (MEZIANI F, 2016)

I.11.8 Le traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires origine de carbone, l'azote et phosphore. (Ourahmoum L, 2015), (Franck R, (2002)].

a) Traitement du carbone :

L'élimination du carbone est un processus biologique aérobie effectué par des populations bactériennes hétérotrophes (Figure I.7). Elles utilisent la DBO comme substrat carboné organique et O_2 pour dégrader la matière organique en matière minérale. (Djranoun H , 2015)

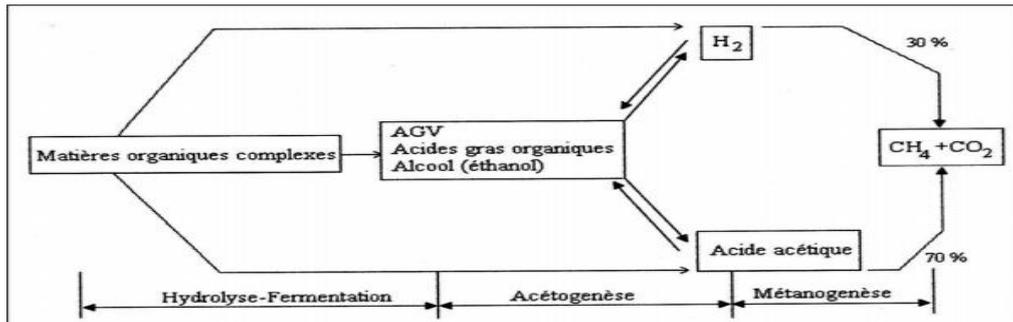


Figure I.7 : Les différentes phases de la métabolisation anaérobie de la pollution carbonée(DJLANOUN H , 2015)

b) Traitement de l'azote :

Ce processus n'est possible que si la station est en faible charge et que celle-ci sépare parfaitement les périodes aérobies et anoxies. Ainsi ce procédé se divise en deux temps : une nitrification suivie d'une dénitrification (**fiche d'exploitation, 2016**)

c) L'ammonification :

Il s'agit de la transformation de l'azote organique (c'est-à-dire lié à un radical carboné) en azote ammoniacal, réalisée par des réactions de type hydrolyse, désamination oxydative et désamination réductive.

d) L'assimilation :

Il de l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal pour la synthèse cellulaire, c'est-à-dire comme élément constitutif de la biomasse.

e) La nitrification :

Cette réaction réalise l'oxydation par voie biologique de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates en faisant intervenir des micro-organismes strictement aérobies caractérisés par un métabolisme autotrophe vis-à-vis du carbone, c'est à- dire qu'ils synthétisent leur matière vivante à partir du carbone minéral (carbonate).

f) La dénitrification :

Consiste en la réduction des nitrates formés en azote gazeux par des bactéries hétérotrophes placées dans un milieu pauvre en oxygène. L'oxygène combiné des nitrates sert à dégrader le carbone organique nécessaire à la croissance de ces bactéries.

I.12. Elimination biologique de l'azote :

L'élimination biologique (Figure I.8) de l'azote fait intervenir 4 réactions principales :

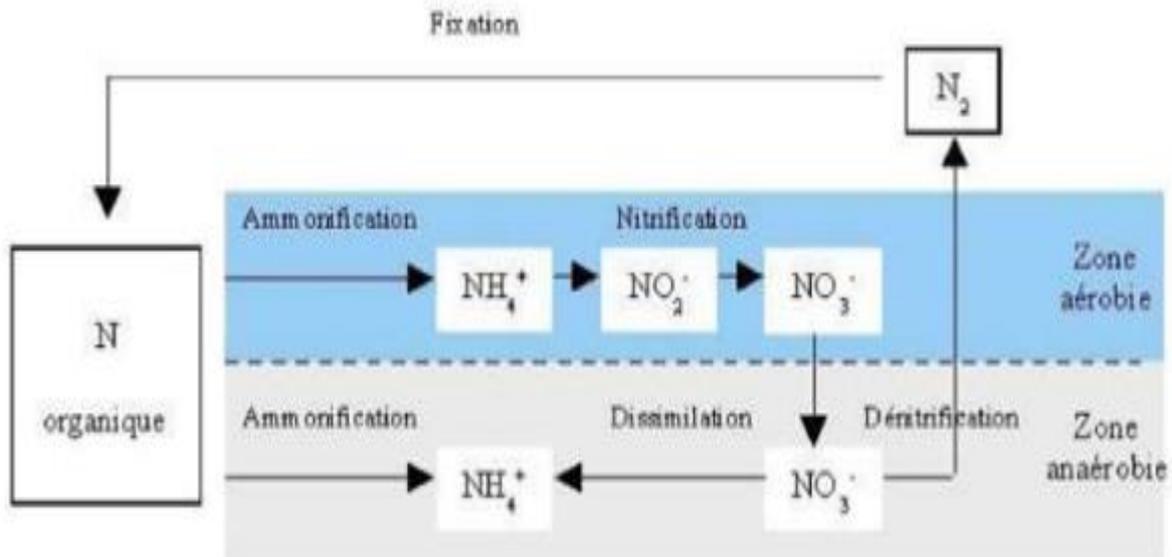


Figure.I.8 : Schéma général de la nitrification-dénitrification

I.13. Traitement du phosphore :

Ce traitement est réalisé par deux voies : biologique ou/et physico-chimique via l'injection de $FeCl_3$. Dans le procédé d'élimination biologique du phosphore par boue activée la biomasse est exposée à une alternance de conditions anaérobies et aérobies (Figure I.9). Cette alternance permet une dégradation de **50 à 60 %** du phosphore par la biomasse. (BELBACHIR S, 2017)

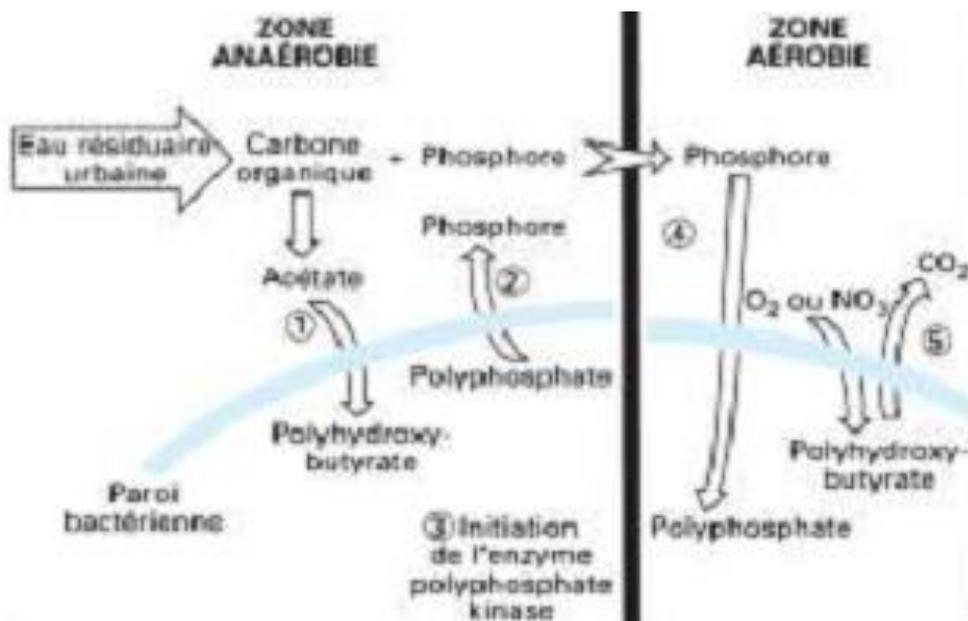


Figure I.9 : Principales étapes de la déphosphoration biologique (Meziani F, 2016)

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et les procédés de leur épuration

I.14. Le traitement des boues

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épuration. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration (Figure I.10). Le traitement Des boues a pour objectifs de :

- réduire la fraction organique afin de diminuer leur pouvoir fermentescible et les risques De contamination (stabilisation) ;
- diminuer leur volume total afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation) (Hadjou Belaid Z, 2013).

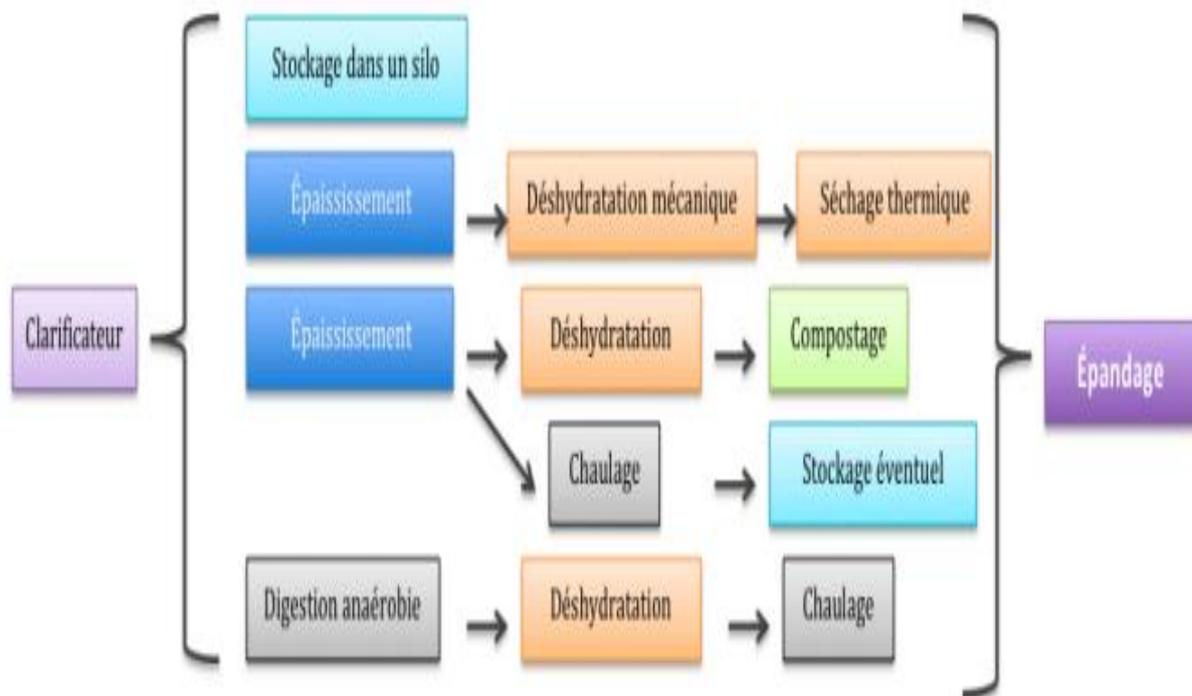


Figure I.10 : Enchaînement des opérations unitaires de traitement des boues

(Hadjou belaid Z, 2013)

I.15. Conclusion

Une grande partie de ce chapitre était consacrée aux problèmes d'épuration. La présentation des différents procédés disponibles (physiques, chimiques, biologiques...) a contribué à une description globale d'une filière de traitement en mentionnant l'enchaînement des étapes de l'épuration. Le traitement biologique a suscité un intérêt particulier. Parmi les principaux dispositifs présentés, les procédés de boues activées feront l'objet de notre étude

CHAPITRE II

Description de la station d'épuration de Tissemsilt

II.1.Introduction :

L'épuration des eaux usées consiste à décanter les éléments polluants particuliers et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédimentable suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station il en résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel, et d'autre part, il reste des sous-produits désignés sous le terme des boues résiduaires. Dans la station d'épuration, les eaux usées passant dans plusieurs ouvrages, dont chacun est conçu pour extraire un type de pollution, elle comporte deux chaînes de traitement :

- La première filière concerne l'eau : c'est une chaîne qui comprend le prétraitement, Traitement biologique à boues activées, clarification et la désinfection.
- La deuxième filière concerne le traitement des boues : ces sous-produits d'épuration subissent une réduction de leur volume par procédés d'épaississement et déshydrations. Pour faciliter l'évacuation et lits de séchage.

Le présent travail a principalement pour objectif d'analyser les problèmes d'exploitation de la filière de l'eau de la station d'épuration des eaux usées urbaines par boues activées de la commune de Tissemsilt.

II.2. Présentation du milieu d'étude

La commune de Tissemsilt est située dans les hautes plaines telliennes bordée au nord par le massif de l'Ouarsenis et au sud par djebel Nador, Elle se situe au sud-ouest du capital a une distance de 222 Km. avec une altitude 849 metre.La commune est limitée par (Figure II.1) :

- Au Nord la commune d'Ouledbassam et Sidi abed
- Au Sud par la wilaya de Tiaret et Nahr wassel
- A l'Est par la commune de khmissti
- A ouestpar la commune d'Ammari

La commune de Tissemsilt est classée par supposition géographique capital elle compte :

- L'agglomération secondaire Béni maida
- L'agglomération Ain elkarma

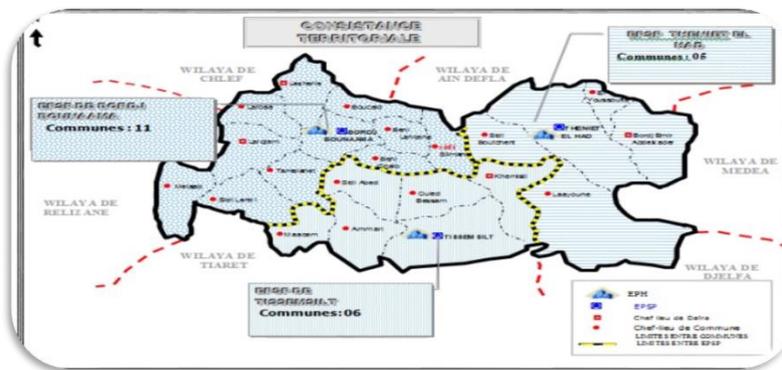


Figure II.1 : Localisation géographique de la wilaya deTISSEMSILT

II.2.1. Le climat :

La région de Tissemsilt fait partie de l'étage bioclimatique du semi-aride, particularité du climat méditerranéen, par un hiver froid humide et un été chaude et sec, la température moyenne hivernal est comprise entre 0° est 6° C et celle estivale oscille entre 32° C et 36°C Quant à la pluviosité moyenne annuelle elle oscille entre 300 et 600 mm de pluies avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis ou ont également la chute neige.

II.2.2. Situation démographique :

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité de 93 habitants par km²

- Taux de croissance de la population : 1,1%
- Population active : 86 316hab
- Population occupée : 71 642hab

II.2.3. Etat de l'eau dans la ville de Tissemsilt :

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes :

- Type de réseau : unitaire
- Nature des eaux brutes : domestiques
- Capacité : 110000 Eq / hab.

II.3. Description de la station d'épuration de Tissemsilt STEP :

La station d'épuration de Tissemsilt située à 8 Km de la ville de Tissemsilt (Figure II.2), destinée en premier à préserver les eaux du barrage de bougara. Elle recevait depuis longtemps les déchets (domestiques et toxiques) des deux communes de Tissemsilt et Ouledbassam vient à point nommé pour servir d'appoint aux autres opérations d'aménagement urbain dans la région de Tissemsilt, cet acquit permet le traitement de 12000m³/j au profite de 8500 habitant des commune de tissemsilt, et ouledbassam avec comme objectif d'atteindre une capacité quotidienne de traitement de 27000m³ à l'horizon 2025. La station contribue également à protéger le barrage de bougara à des terres agricoles environnantes sur une superficie estimée à 1000ha, outre la protection du grand bassin zahrar (wilaya de Chlef). 1. le maitre d'ouvrage : direction des ressources en eau. 2. Le maitre d'œuvre : l'ONA & CTH. 3. Réalise par groupement d'entreprises : société publique pour traitement de l'eau <hydrotraitement> le partenaire espagnol <COMSA>. 4. le budget du projet : deux milliards de dinars. 5. date de départ du projet : 2009 et période de garantie deux années.



Figure II.2 : Localisation géographique de la zone d'étude et de la STEP

La ville de Tissemsilt est dotée d'un réseau d'assainissement unitaire constitué de buses de diamètre allant de $\varnothing 300$ jusqu'à 2000mm , tous les rejets de cette ville sont véhiculés vers un seul exutoire qui se trouve à l'Est de la ville, situé juste derrière le palais de la justice ou se trouve un déversoir d'orage de 40m de longueur. Les eaux usées sont acheminées vers la STEP (Figure II.3) par le biais d'un collecteur de diamètre $\varnothing 1200\text{mm}$.



Figure II.3 : La STEP de Tissemsilt (googleearth)

II.3. Principe de fonctionnement de STEP de Tissemsilt :

La station fonctionne à une faible charge et à faible débit suivant le processus des boues actives choisi avec une aération prolongée. Ce procédé est le plus utilisé et le plus efficace pour ce type de STEP, les effluents sont essentielles de nature urbaine parviennent à cette unité par l'intermédiaire d'un réseau de type unitaire et sont collectés à l'entrée de la station

dans un bassin équipé des pompes immergées qui servent à relever. La STEP a été dimensionnée pour recevoir une eau ayant les caractéristiques de base. La boue activée est un composé essentiellement de micro-organismes flocculant, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspensions. (HASSAINE S ,2018). Les objectifs spécifiques sont de :

- Décrire les processus appliqués dans la station d'épuration ;
- Identifier les différents types de dysfonctionnements et les problèmes majeurs de la STEP ;
- Fournir des recommandations pour l'exploitation et la conception des stations à boues activées ;

II.3.1. Les données de base :

La station d'épuration de Tissemsilt a été dimensionnée sur la base de données présentée dans le tableau 1 (fiche technique de la STEP de la ville de Tissemsilt).

Tableau II.1 : Les données de base de la station d'épuration des eaux usées de Tissemsilt

Paramètres	unité	valeurs
Nature des eaux brutes	domestiques	/
Capacité	Eq.hab	110.000
Débit journalier	m ³ /j	15.840
Débit moyen	m ³ /h	660,00
Débit de temps pluvial	m ³ /h	1.980,00
Charge en DBO ₅	Kg/j	5.940,00
Charge en MES	Kg/j	7.700,00
Charge en DCO	Kg/j	7.481,00
Charge en NTK	Kg/j	880,00

II.3.2. Origine des eaux usées brutes :

La station d'épuration de Tissemsilt, qui traite les eaux usées domestiques urbaines de la région centrale, est une station à traitement par boues activées à faible charge et aération prolongée. Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de Tissemsilt amenées par les

drains collecteurs. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued émissaire via le by-pass général de la station.

II.3.3. Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activée avec aération prolongée à l'aide d'un aérateur de surface à vitesse lente, l'eau entrant à la station passe en premier lieu par :

II.3.3.1. Réception des eaux : Cuillère bivalve pour les gros déchets (Figure II.4)



Figure II.4 : Cuillère bivalve (source personnel)

Dans la filière eau, l'eau est débarrassée de différents polluants avant son rejet dans le milieu naturel (Gaid, 1984 ; Joseph et al, 2002). Cette filière comprend généralement :

a) Le déversoir d'orage :

Les déversoirs d'orages sont des ouvrages utilisés sur le réseau d'évacuation des eaux des agglomérations possédant un réseau d'assainissement (réseau unitaire). Ils tirent leur nom (déversoir) du nom de la structure de « trop-plein » construite en amont des moulins à eau. Ils permettent de rejeter une partie des effluents dans le milieu naturel ou dans un bassin de rétention, sans passer par la station d'épuration. En cas de fortes pluies, la capacité des stations ne permet pas toujours de traiter l'ensemble des effluents produits. Il est alors nécessaire de dévier ces flux afin d'éviter l'encombrement des conduites et l'inondation des agglomérations. Un déversoir d'orage va donc dévier une partie des effluents lorsque le débit en amont dépasse une certaine valeur que l'on appelle débit de référence.

Un déversoir d'orage doit assurer quatre fonctions principales :

- Envoyer les eaux usées de temps sec vers la station d'épuration en limitant les chutes de vitesse d'écoulement afin d'éviter les phénomènes de décantation.

- Envoyer les eaux usées et celles des petites pluies vers la station d'épuration sans « surverse ».
- Déverser les débits de pluie supérieurs au débit de référence.
- Empêcher l'entrée d'eau en provenance du milieu naturel dans le réseau : les déversoirs d'orage étant reliés au milieu naturel, il est possible qu'une rivière en crue vienne s'y engouffrer.

Il permet à la station de ne pas recevoir un débit supérieur à sa capacité, la STEP a été conçu pour recevoir un débit immédiat maximal de 3.750 m³/h. Ainsi en période de crue, le surplus d'eau est collecté dans un déversoir d'orage pour être évacué dans une conduite vers l'oued. Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 270000m³ /h. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued émissaire via le by-pass général de la station, (Fiche d'exploitation, cahier d'exploitation suivi régulier des installations), (**Thomas Bersinger, Conférence SIG 2016**)

II.3.3.2. Prétraitement :

Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (feuilles, tissus, brindilles....) et éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement, il comprend :

1. Dégrillage

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Il s'agit des grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux. L'écartement des barreaux de la grille est défini par le choix de la taille et de la nature des objets acceptés par la station. Dans la station de Tissemsilt, on distingue deux dégrilleurs gros et fin

a) Dégrilleur Grossier :

Le premier traitement consiste à faire passer l'eau à travers les grilles dont les barreaux vont retenir les déchets volumineux supérieurs à 30 mm (les chiffons, les plastiques, les branches etc....) (Figure II.5). Dès qu'il y a un déséquilibre au niveau du pied du dégrilleur à cause du dépôt des déchets signalés par les détecteurs de niveau en amont et en aval des grilles, le système automatique fait descendre un peigne pour ramasser les gros déchets et les remonte pour les faire tomber dans la bande transporteuse qui les véhicule vers un conteneur situé à l'extérieur.



Figure II.5 : Dégrilleur grossier de la STEP Tissemsilt (source personnel)

b) Dégrilleur fin :

Le dégrilleur fin (Figure II.6) est installé, dont la largeur entre deux barreaux, de la grille est de 20 mm la puissance du moteur (tri 320 v- 50 HZ, classe F-IP54-DOL) est de kW. Dès qu'il y a un déséquilibre au niveau du pied du dégrilleur à cause du dépôt des déchets signalés par les détecteurs de niveau en amont et en aval des grilles, l'automate fait descendre un peigne pour ramasser les petits déchets et les remonte pour les faire tomber dans une presse laveuse où ils seront lavés et pressés puis conduits vers un conteneur.



Figure II.6 : Dégrilleur fin de la STEP Tissemsilt (source personnel)

2. Dessableur -déshuileur :

Cet ouvrage est de type longitudinal à deux compartiments, il est constitué d'un canal en béton armé de forme rectangulaire (Figure II.7). L'air est insufflé par des suppresseurs pour provoquer une émulsion afin de pouvoir améliorer la séparation de sable et des graisses. Il existe des lames de séparation qui permettent la séparation des huiles et des graisses vers la zone de raclage. L'eau prétraitée est déversée et évacuée gravitairement à travers un canal à ciel ouvert pour subir les traitements ultérieurs, les deux dessableurs-déshuileurs ont les dimensions suivantes

- Longueur : 4,00 m
- Largeur : 14,00 m

- Hauteur : 2,75 m



Figure II.7 :Dessableur–Deshuilleur(source personnel)

Les équipements nécessaires pour le dessableur sont (Figures II.8 et II.9) :

- Suppresseur d'air.
- Les tuyaux d'aération sont installés de façon à éviter l'entortillement de la fillasse et l'accumulation des matières décantées autour deux.
- Insufflation d'air sous forme de bulles moyennes à travers des petits trous forés dans l'aérateur.
- 2 Ponts racleur
- 6 Pompes à sable



Figure II.8 : Le classificateur à sables Figure II.9 : Pont racleur et les aéros flots et les huiles

II.3.3.3. Traitement biologique :**1. Le bassin d'aération :**

Le bassin de forme rectangulaire, est alimenté en eau dénitrifié, l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs. Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries qui par action physicochimique retiennent organique et s'en nourrissent, au niveau de chaque bassin il existe une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique de l'aération en cas de défaillance de la concentration de cette dernière (Figure II.10).



Figure II.10: Le Bassin biologique (source personnel)

L'eau prétraitée sera acheminée vers les bassins de traitement biologique, la station comporte quatre unités bassins d'aération, au niveau de chaque unité il y a deux bassins séparés.

- Longueur ; 78 m
- Largeur d'eau ; 4,00 m
- Hauteur du bassin ; 5,0 m
- Nombre des bassins d'aération ; 04
- Nombre des aérateurs par bassin ; 03
- Forme rectangulaire

2. Bassin de dégazage (le déversoir) :

Bassin d'élimination des gaz qui reste après le bassin biologique pour assurer le bon fonctionnement de décanteur, on crée un brassage pour éliminer le gaz présent dans l'eau (Figure II.11).



Figure II.11 : Le Bassin de dégazage(*source personnel*)

II.3.3.4. Décanteur Secondaire(ou clarification des eaux) :

Dans la STEP, il existe deux décanteurs de forme cylindro-coniques, chaque décanteur est de forme circulaire dont les dimensions sont comme suit (Figure II.12) :

- Diamètre du bassin ; 44,10 m
- Diamètre de la jupe de tranquillisation ; 4,40 m
- Hauteur d'eau de l'ouvrage ; 5 ;00 m
- Hauteur cylindrique ; 5,90 m
- Hauteur cône ; 0,80 m
- Largeur de la base du cône ; 4,00 m
- Goulotte de fond :
- Hauteur goulotte =1,10 m
- Largeur de la base =3 ,00 m



Figure II.12 : Le Décanteur(*source personnel*)

Les flottants sont récoltés dans un puisard annexe à chaque ouvrage, ils sont équipés d'une pompe refoulant de liquide en tête de la station. Les boues de recirculation rejoignent la tête des bassins d'aération par un chenal équipé d'un jaugeur venturi muni d'une échelle graduée en 1,5 m/h. Dans une STEP le décanteur secondaire est l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau rejeté dans le milieu récepteur. Les eaux clarifiées sont ensuite envoyées vers le poste de désinfection.

II.3.3.5. Bassin de chloration :

La désinfection des eaux traitées consiste à détruire les germes pathogènes de l'effluent (Figure II.13). Construction d'un bassin longitudinal muni de chicanes en béton armé dont les dimensions sont ;

- Hauteur de l'eau ; 3,00 m
- Largeur du bassin ; 4,50 m
- Distance entre chicanes ; 1,00 m



Figure II.13 : Le bassin de chloration (la sortie des eaux épuré)(source personnel)

II.3.4. Description des ouvrages de traitement de la filière boues :

1. Epaisseur :

L'épaississement est généralement la première étape du traitement des boues. Il s'agit d'un procédé simple, consommant peu d'énergie. Il sert principalement à réduire le volume des boues brutes et constitue une étape préalable aux traitements suivants. La station de Tissemsilt est équipée de deux (02) bassins d'épaississement circulaires dont les volumes :

- Epaisseur I : 2162,48 m
- Epaisseur II : 1491,5 m³

Le temps de séjour des boues dans ce type d'ouvrage ne peut pas dépasser 24 heures. Un séjour prolongé des boues secondaires induit rapidement des phénomènes de fermentation, lessurnagent de l'épaississeur qui retournent en tête du traitement sont alors souvent responsables de problèmes biologiques (foisonnement, mousse).

2. Stabilisation aérobie des boues

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).Après épaisseur les boues sont dirigées vers un bassin de stabilisation circulaire de volume $V = 5257,61\text{m}^3$ doté d'un agitateur horizontal et un lit de membrane à fine bulles (Figure II.14).



Figure II.14 : Digesteur aérobie(*source personnel*)

3. Lits de séchage :

Le séchage est une étape de traitement pendant laquelle la boue digérée est placée sur des lits de sable pour séchage à l'air libre. La percolation dans le sable et l'évaporation sont les étapes essentielles du processus de déshydratation. Dans la STEP de Tissemsilt, il existe 12 lits de séchage chacun à un volume de $1312,5\text{m}^3$. Les boues primaires et secondaires évacuées au cours du processus de dépollution subissent une déshydratation dans ces lits de séchage se trouvant à proximité de la station (Figure II.15).



Figure II.15 : Lits de séchage(*source personnel*)

II.4. Conclusion :

La synthèse présentée au cours de ce chapitre, a permis de décrire la STEP de Tissemsilt. La filière eau de la station comporte les étapes de prétraitement (dégrillage, dessablage/déshuilage), un traitement primaire (décantation), des bassins de combinaison pour le traitement biologique et la clarification. Par ailleurs, le traitement des boues passe par les étapes de l'épaississeur, stabilisation aérobie et les lits de séchage.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I

Méthodes et matériels

I.1.Introduction :

En Algérie, l'intérêt principal du traitement des eaux usées réside dans la réutilisation des sous produits comme les effluents traités, ou par contre dans leur rejet sans conséquences néfastes dans la nature. La maîtrise des paramètres de fonctionnement des ouvrages d'une station d'épuration des eaux usées constitue une préoccupation pour L'ONA et passe nécessairement par un suivi régulier. L'objectif principal du suivi d'une station d'épuration est de vérifier si les exigences de rejet établies pour cette station sont respectées.

L'objectif principal de ce chapitre est de faire des analyses physico-chimiques sur les eaux usées de la station d'épuration de Tissemsilt en vue d'optimiser ses paramètres de fonctionnement. Les échantillons ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les paramètres mesurés sont: le pH, la conductivité, la température, l'oxygène dissous (O_2), les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène après 5 jours (DBO_5), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-) et l'azote ammoniacal (NH_4^+). Les analyses ont été réalisées durant la période allant du Janvier 2020 jusqu'au Mars 2020 à raison d'une analyse par semaine.

I.2.Echantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques physico- chimiques et microbiologiques. Il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable. Donc il est bien évident qu'un prélèvement correct est indispensable à l'obtention des résultats analytiques significatifs (figure I.1).



Figure I.1: Préleveur automatique des eaux usées

I.3. Les paramètres physico-chimiques :**I.3.1. Le pH :**

Le pH est l'un des paramètres chimiques importants lorsqu'il s'agit de déterminer la qualité d'une eau. Il sert au contrôle de la qualité de l'eau à l'entrée de la station d'épuration (STEP) (les variations importantes du pH sont presque toujours la conséquence de rejets industriels). La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations de traitement de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et parce que certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH spécifique pour être efficace. Le pH a été déterminé à l'aide d'un pH mètre (figure I.2), basé sur la méthode électrométrique à l'électrode de référence. L'épuration biologique est possible lorsque le pH = 6,5 à 8,5.

I.3.2. Détermination de la conductivité :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de l'unité de la conductivité est le siemens par mètre (s/m). La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre (μS/cm). La conductivité est mesurée à l'aide d'un multi-paramètres (figure I.2).



Figure I.2 : Multi-paramètres pour mesurer le pH et la Conductivité

I.3.3. Détermination de la température et l'oxygène dissous (O₂) :**a) La température :**

La température a un impact important sur l'activité des bactéries car chaque gamme de bactéries est adaptée à une plage de température. Cependant, de manière pratique, il est difficile de contrôler la température à l'intérieur d'un réacteur biologique. Une température

élevée dans le bassin d'aération supérieure à 35°C augmente sensiblement le taux de multiplication des microorganismes.

b) L'oxygène dissous (O₂) :

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène, la température et l'oxygène dissous est mesurée à l'aide d'un multimètre (figure I.3).

Si O₂ > 2 ppm : La boue activée s'oxydera rapidement sans problèmes, mais les coûts d'exploitation augmenteront à cause d'une incrémentation de la consommation énergétique.

Si O₂ < 1 ppm sans détente devant une charge organique supplémentaire, avec possibilité de production

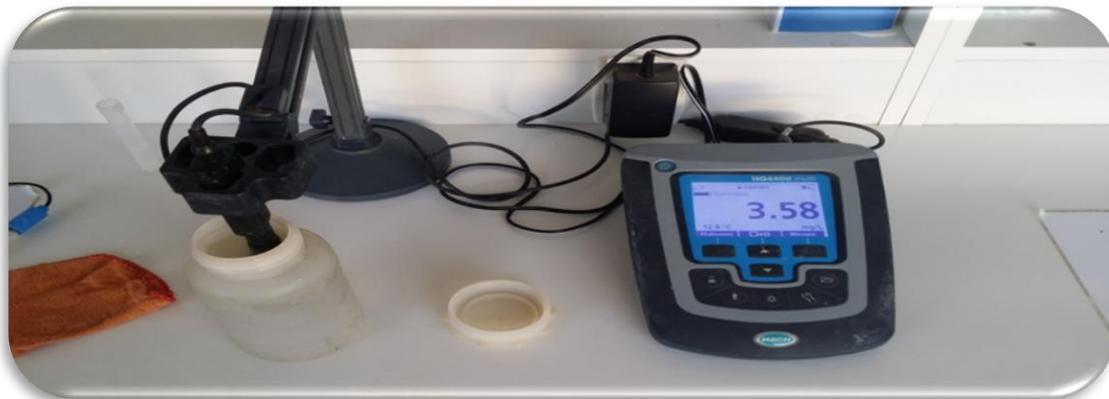


Figure I.3 : Oxymètre pour mesure de l'O₂ et la température

I.3.4. Détermination des matières azotées (nitrate, nitrite, azote ammoniacal).

Ils sont mesurés selon la méthode de test en tubes nécessitant des réactifs propres à chaque élément. Après le mélange du réactif approprié à chaque élément (figure I.4), la lecture de l'absorbance s'effectue à l'aide d'un spectrophotomètre DR3900. Cet appareil permet de mesurer l'absorbance d'une solution à une longueur d'onde donnée ou sur une région donnée du spectre. Selon la loi de Béer-Lambert, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à la concentration des substances en solution, à condition de se placer à la longueur d'onde à laquelle la substance absorbe les rayons lumineux. C'est pourquoi la longueur d'onde est réglée en fonction de la substance dont on veut connaître la concentration (figure I.4).

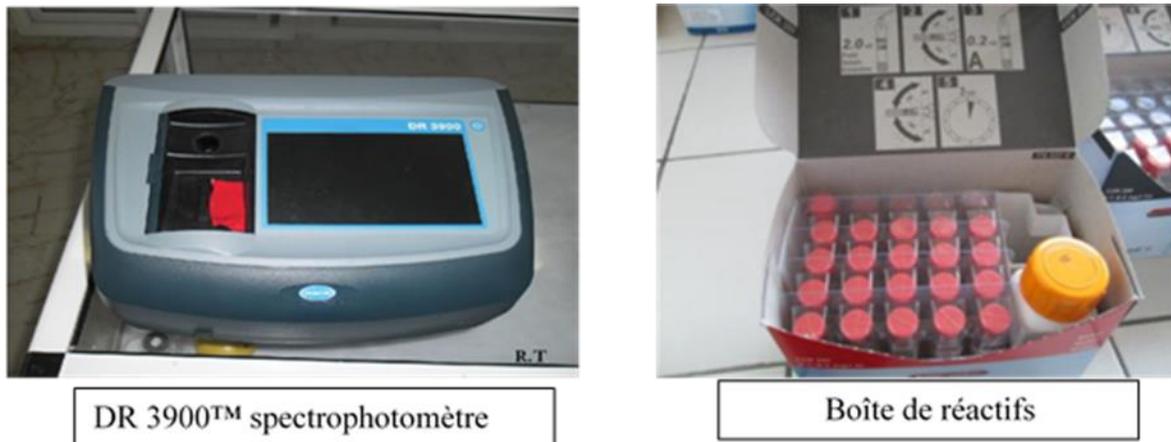


Figure I.4 : Spectrophotomètre et Réactifs des éléments azotés

I.3.5. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

Les ions phosphate réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène. **(Hydro traitement COMSA)**

Matériaux : - kits mesure phosphate lck 348 – eaux distillé (nettoyage ou dissolution)- colorimètre DR3900- pipette graduée 2 ml – aspirateur pipettes 2 ml

Protocole : 1- enlevez délicatement la feuille de protection du dosicap zip détachable

2-dévisser la dosicap zip

3-prendre 0.5ml d'échantillon

4-versé dans la cuve une fois refroidie : 0.2 ml de réactif B fermer immédiatement le réactif B après emploi.

5-visser un dosicap C gris sur la cuve.

6-mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 10 min mélangé de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

I.3.6. Les matières en suspension (MES) :

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés soit par centrifugation dissolutions, séchage jusqu'à obtenir un résidu sec. Pour le suivi de la station de Tissemsilt, la détermination des MES se fera par filtration sur filtre en fibres de verre compte tenu de l'origine domestique des effluents.

La mesure des MES par filtration repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 1,5 microns et les résidus sur cette dernière sont pesés. Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration des MES en milligramme/litre.



Figure I.5 :L'échantillon de MES à la sortie et à l'entrée de la station

a) Mode opératoire

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillé
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable du filtre capsule vide en (g) (figure I.6).



Figure I.6 : Balance de précision

- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 25 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau (25 ml) jusqu'à filtration complète.



Figure I.7 :Le Filtre

- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.



Figure I.8 : Etuve

- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre capsule séché en (g).

b) Expression des résultats :

Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration de matière en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

$$\text{MES} = \frac{1000 (M_1 - M_0)}{V}$$

MES : teneur en MES en mg/l

M_0 : masse du filtre vide, avant filtration (mg)

M_1 : masse du filtre après filtration et séchage (mg)

V: volume de la prise d'essai en ml



Figure I.9 :Balance de précision et Dessiccateur

I.3.7.Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement. La mesure de la DBO₅ est faite selon la méthode manométrique basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé. La DBO₅ est obtenue après cinq jours d'incubation à 20°C et à l'obscurité afin d'éviter la photosynthèse

a) Le principe de mesure :

1. Matériel :

- ✓ DBO mètre ;
- ✓ Incubateur à 20°C ± 1 °C (Etuve pour DBO à 20°C) ;
- ✓ Flacons d'incubation (Flacon à DBO₅ bran de 250 ml à col rodé)
- ✓ NaOH

2. Mode opératoire :

L'échantillon peu ou non dilué est renfermé dans un flacon avec un certain volume d'air qui assure la réoxygénation. La consommation d'oxygène est suivie en continu grâce à un manomètre par chute de pression. L'appareil est équipé d'un agitateur pour assurer l'oxygénation de l'échantillon en permanence et d'un dispositif pour éliminer le gaz carbonique par fixation sur alcali (KOH, NaOH).

3. Quantité à analyser

La demande biochimique en oxygène pour une analyse dépend de la charge en substances organiques. La mesure de la DBO_5 peut être évaluée à environ 80 % de la DCO.

Tableau I.1 : Facteur de conversion de la DBO_5 en fonction du volume de prise

Intervalle de mesure de la DBO (mg/l)	Volume d'échantillon (ml)	Factor
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50



Figure I.10 : Armoire thermostatique de température constante à 20 °C

La valeur réelle est calculée comme suit : DBO_5 (mgO₂/l) = Valeur lue * facteur

I.3.8.Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes. Pour la réalisation de cette analyse on a consulté la normative européenne, ainsi comme les normes ISO et l'standard méthode. (**Hydro traitement COMSA**).Le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort (acide) à température élevée et par le dichromate de potasse.

Le résultat obtenu peut être considéré une mesure de la demande théorique d'oxygène, voilà donc les unités utilisées pour exprimer le résultat, mg O₂/l. L'oxydation de la matière organique sera plus ou moins complétée selon l'origine de l'échantillon.

a) Matériels/réactifs

- kits mesure DCO
- eau distillée (nettoyage ou dissolution)
- digesteur DRB-200
- spectrophotomètre DR3900
- Grandette support
- pipette graduée ml
- aspirateur pipette 2 ml

b) Application : Pour les eaux résiduelles urbaines avec concentrations de chlorures pas supérieures à 1500mg/l.

c) Protocole :

- sélectionnez le programme de la DCO
- préparer les cuves :
- mélanger le contenu kit (figure I.11) pour avoir une solution homogène.
- pipete 2 ml d'échantillon avec précaution
- fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci
- mélanger



Figure I.11 : Boite de réactifs a la entrée et la sortie de DCO

- le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température définie ; deux signaux sonores indiquent que la température requise est atteinte (figure I.12).
- placez les cuves dans un bloc de chauffage et refermez le couvercle de protection.
- Cuffer dans le digesteur DCO classique : 2h à 148C



Figure I.12 : Thermostat DRB200

- La durée est automatiquement décomptée jusqu'à 0. La température réelle et le temps restant sont visibles en permanence sur l'affichage.
- 3 signaux sonores indiquent la fin du programme de température. Le thermostat refroidit.
- enlever la cuve chaude et invertir avec prudence 2 fois.
- enlever la cuve chaude et invertir avec prudence fois.
- laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve.

- bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer avec programme spectrophotomètre HACH (figure 13).
- Après les résultats sont multipliés par 0.7.

Avec les kits on va utiliser un programme de code de barres. Un lecteur de code-barres spécial. Situé dans le compartiment pour cuves lit automatiquement le code à barre des cuves ou fioles de 13 mm pendant que ces dernières effectuent une relation simple, l'instrument utilise l'identification par code à barres pour définir automatiquement la longueur d'onde appropriée pour l'analyse et calcule immédiatement le résultat grâce aux facteurs enregistrés



Figure I.13 : Spectrophotomètre HACH DR3900

I.3.9. Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande Proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique. Pour un effluent de décantation secondaire, le rapport est voisin de 1.5.

I.4. Mesure de la sédimentation des boues (V30) :

Méthode pour déterminer la sédimentation des boues du réacteur biologique et de la purge de la station d'épuration, les matériaux et réactifs utilisés (chronomètre, conne IMHOFF, support conne, Eprouvette de 1000ml)

a) Procédure expérimentale

- homogénéiser l'échantillon et immédiatement remplir CONNE IMHOFF (photo 14) jusqu'à la marque de 1 l.
- laisser que l'échantillon sédimenter pendant 30 minutes.
- Registre le volume de solides sédimentés dans le CONNE IMHOFF (ml/l).



Figure I.14 : CONNE IMHOFF

L'essai est exécuté dans une éprouvette de 1 litre que l'on remplit d'un liquide mixte prévue dans le bassin de traitement biologique, puis on note le volume de boue après 30 minutes. Si $IVB=100-120\text{ml/g}$ valeurs normales

Si $IVB < 100\text{ ml/g}$ de matière inorganique importante

Si $IVB > 300\text{ ml/g}$ bulking (gonflement des boues par bactéries filamenteuses)

I.5. Conclusion

Dans ce Chapitre nous avons essayé de présenter le matériel et les méthodes utilisés afin d'évaluer la qualité des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration de Tissemsilt. Les paramètres que nous avons testés sont (Potentiel hydrogéné (pH), la conductivité, la température et l' O_2 , matières azotées (nitrate, nitrite, azote ammoniacal),(MES), (DCO),(DBO_5) .Toutes les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de station d'épuration de la ville de tissemsilt. Les analyses ont été réalisées durant la période allant du 05 février 2020 jusqu'au 25 Mars 2020 à raison d'une analyse par semaine.

CHAPITRE II

Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

II. 1. Introduction :

En vue d'évaluer l'optimisation du traitement biologique de la station d'épuration de Tissemsilt, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 90 jours allant du 01/02/2020 jusqu'au 31/03/2020. Les paramètres de pollution analysés sont: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal (NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-). En outre, les résultats d'analyses sont comparés aux critères et normes de déversements domestiques, afin de montrer la nécessité de leur traitement avant toute réutilisation en agriculture.

II.2. Performances de la station d'épuration :

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par boues activées de la ville de Tissemsilt. Afin de déterminer les performances de la STEP, on présente dans ce travail l'abattement des principaux paramètres de pollution qui de l'eau brute et l'eau épurée durant la période de fonctionnement.

II.2.1. Détermination des volumes et débits d'eau épurée mensuels :

Analyse des volumes entrant en station repose sur deux mois de données et de mesures de débit relevées à la station. Depuis février jusqu'au mars, les volumes journaliers sont calculés à partir des données horaires de la mesure en continu. Les débits ou volumes calculés sont : débit journalier, débit de pointe au temps de pluie. Nous avons ainsi calculé les volumes moyens mensuels d'eau brute et épurée ainsi que leurs débits et les résultats obtenus sont résumés dans les (tableaux II.1 et 2) et présentés sur les figures (II 1 et 2).

Tableau II.1 : Les valeurs moyennes de volume d'eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station

Volume	Eau brute (m ³)	Eau épurée (m ³)
Février	655010	616090
Mars	443743	424249

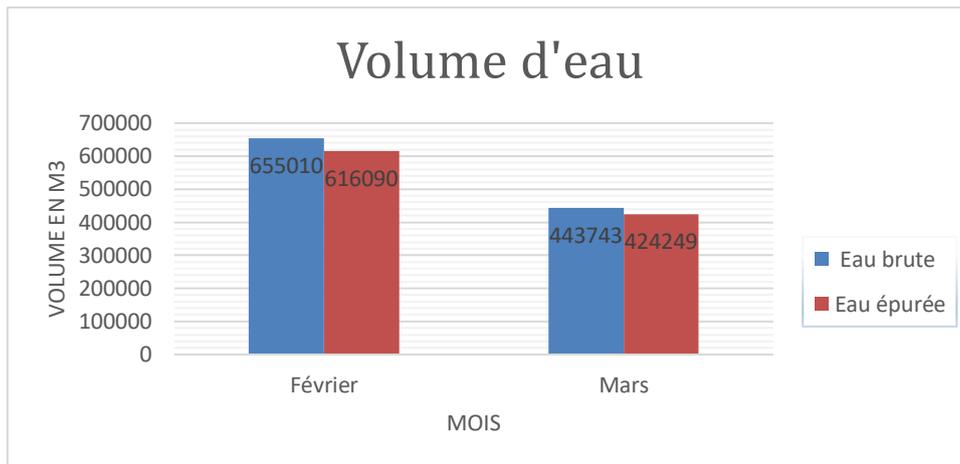


Figure IV.1 : Variation de volumes des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station

Tableau II.2 : Les valeurs moyennes des débits à l'entrée et à la sortie de la station.

Débite moyen	Eau brute (m ³ /j)	Eau épurée (m ³ /j)
Février	21833	20536
Mars	16434,93	15712,93

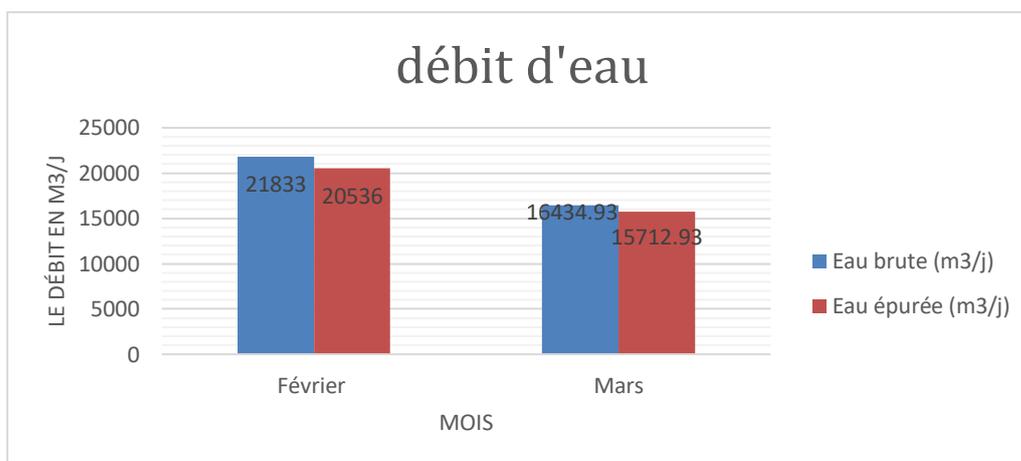


Figure II.2 : Variation des débits des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station

II.2.2. Analyses physico-chimiques :

1. Température

La température influe fortement sur la cinétique des processus biologiques, puisqu'elle traduit la plus ou moins grande agitation des molécules (Edeline, 1997). A titre d'exemple, une diminution de la température de l'eau entraîne une augmentation de sa viscosité ce qui explique les difficultés de décantation des floccs de boues (Desjardins, 1990).

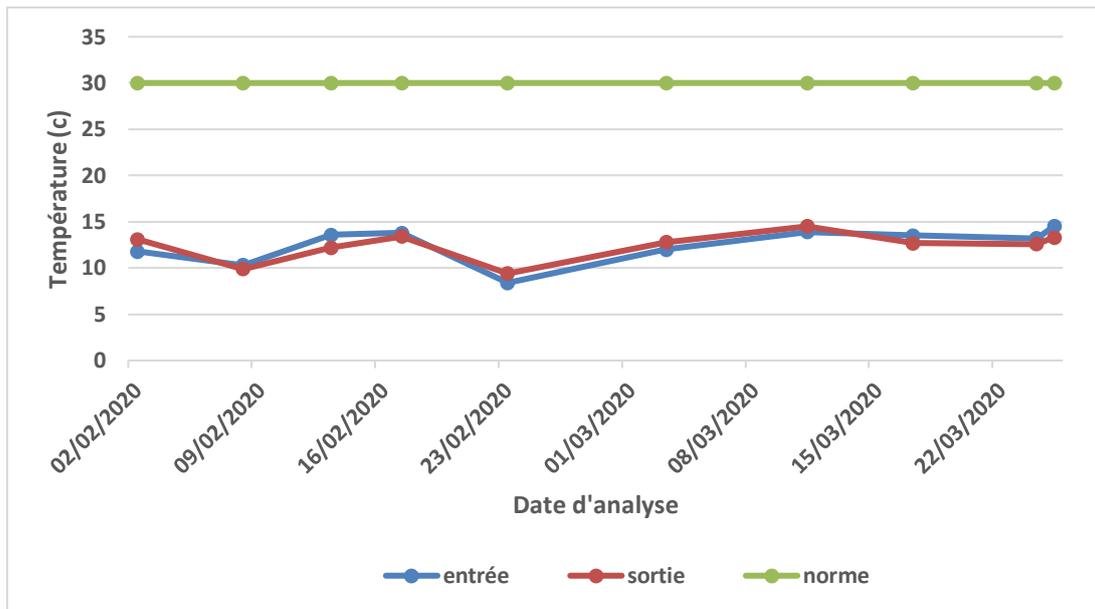


Figure II.3 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)

La figure suivante représente les variations des moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et traitée pendant toute la période d'étude.

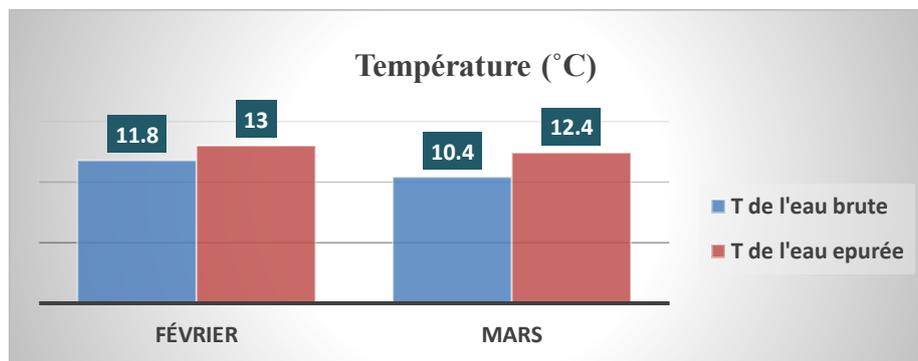


Figure II.4 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.

On remarque que la température de l'eau est variable entre et 10.4 °C et 11.8°C dans l'eau usée brute et entre 12.4°C et 13°C dans les eaux épurées. Il faut noter que les valeurs des moyennes mensuelles sont inférieures à la norme de rejet des eaux usées (30°C) fixée par le journal officiel de la république algérienne N°26 de 23 avril (JORA, 2006).

2. pH

Le pH est un paramètre indispensable pour la vitalité de la masse bactérienne dans le bassin biologique et qui doit être proche de la neutralité (6,5 à 8,5) pour la bonne dégradation des matières polluantes des eaux usées (ONA, 2006).

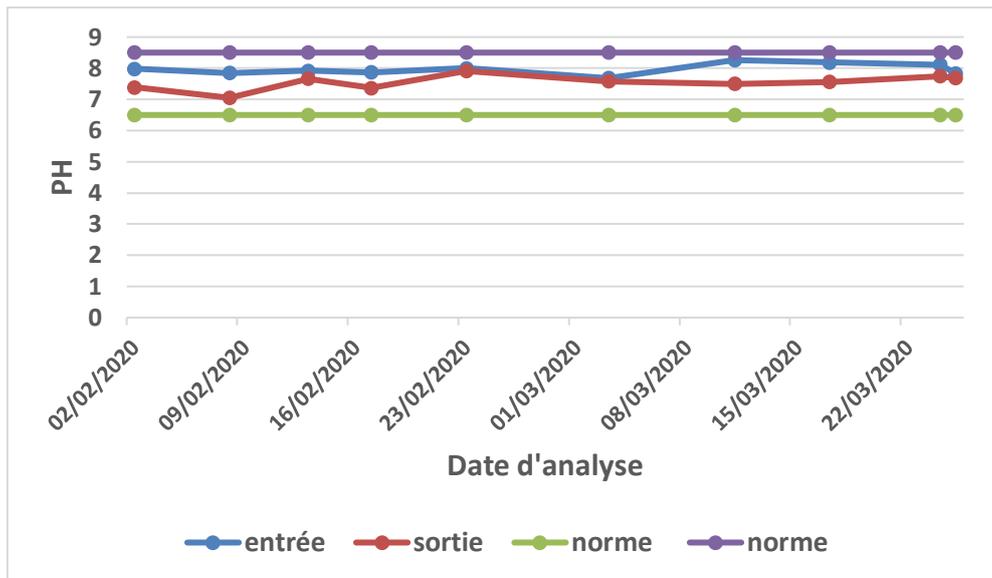


Figure II.5 : Variation journalière de PH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020)

Pour avoir une idée sur le pH des eaux brutes et traitées pendant la période de notre étude, nous avons suivi la variation moyenne mensuelle du pH (Figure II.6).

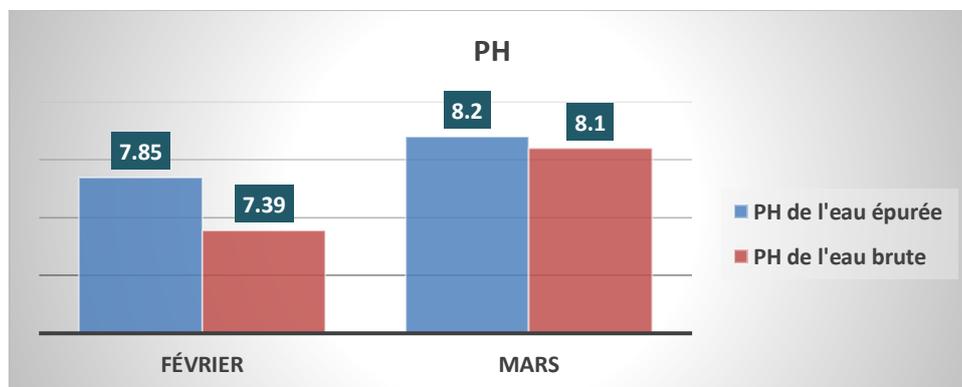


Figure II.6 : Variations moyennes mensuelles de pH de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.

On remarque que les valeurs du pH que ce soit pour les eaux usées brutes ou les eaux épurées ne présentent pas des variations importantes. Les valeurs enregistrées varient entre 7.85 et 8.2 dans les eaux épurées et entre 7.39 et 8.10 dans les eaux brutes. Ces valeurs se trouvent dans la gamme de 6.5 à 8.5 et ainsi, on peut conclure que le pH ne perturbe pas le traitement biologique dans la STEP puisque ses valeurs sont favorables pour l'activité bactérienne dans le bassin biologique. Les limites de pH pour la croissance et la reproduction bactérienne tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8.

3. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25 °C. La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ($\mu\text{s}/\text{cm}$). La figure ci-dessous représente les variations des valeurs moyennes mensuelles de la conductivité électrique dans l'eau brute et traitée de la station d'épuration de Tissemsilt.

La représentation graphique de l'évolution de la conductivité avant et après épuration en fonction des mois cités ci-dessus (Figure II.7) montre que les valeurs de la conductivité électrique des eaux à l'entrée sont de l'ordre de (1718-2080) $\mu\text{s}/\text{cm}$ et à la sortie de l'ordre (2120-2690) $\mu\text{s}/\text{cm}$. Ces valeurs sont bien compatibles avec les normes d'OMS.

Selon les directives de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) (Ayers et Westcot, 1994). La conductivité se trouve dans la gamme entre 700 et 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, donc ces eaux ont une restriction légère à moyenne pour l'irrigation.

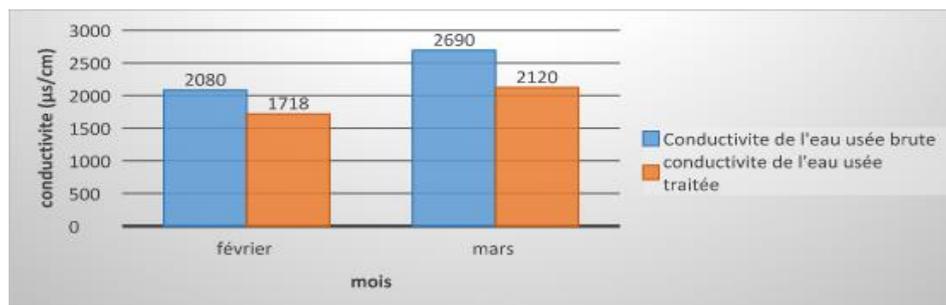


Figure II.7 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité électrique de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Tissemsilt.

4. Matière en suspension (MES)

La pollution particulaire peut être de nature organique ou de nature minérale (sable ou argile). Son rejet dans le milieu naturel réduit la limpidité de ce milieu, limitant la vie des organismes photosynthétique et entraînant des dépôts et créer un engorgement du cours d'eau.

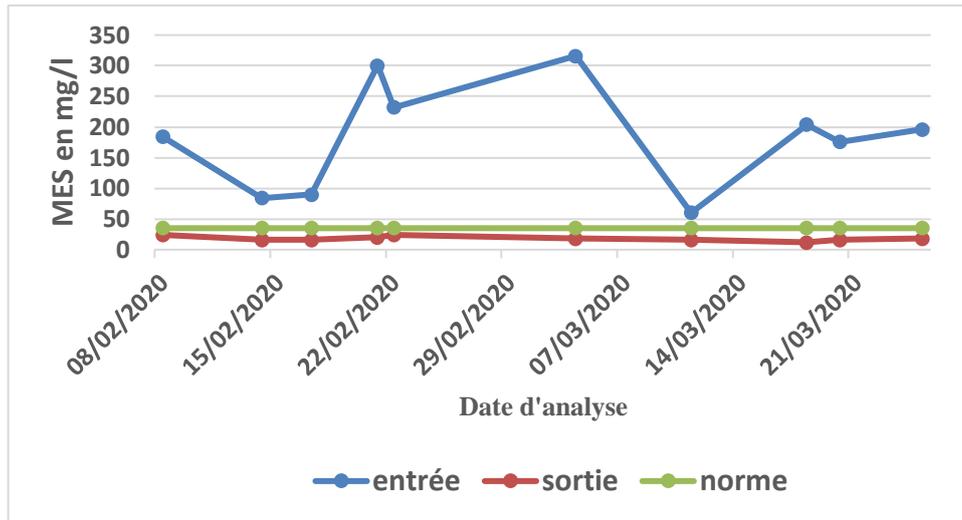


Figure II.8: Variation journalière de la concentration de MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020)

La figure (II.9) illustre les variations des concentrations de la matière en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt.

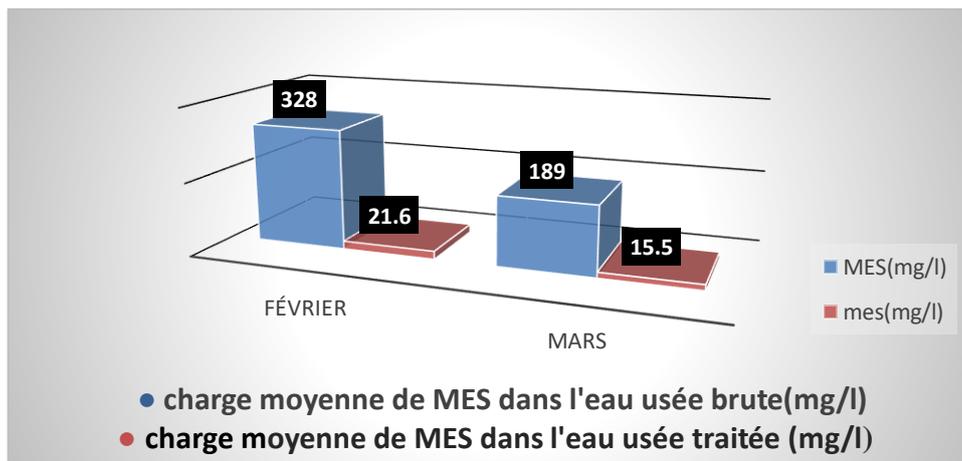


Figure II.9 : Variations des charges moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt

Nous constatons que les concentrations sont entre 189 mg/l et 328 mg/l. Ces valeurs indiquent une concentration assez élevée en charge polluante exprimée en MES dans les eaux résiduaires des eaux de la ville de Tissemsilt.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées en MES sont largement inférieures à celles de l'eau brute et elles sont entre 21,6 mg/l au mois février et 15,5 mg/l au mois de mars. Le pourcentage d'abattement en MES représenté sur le tableau (II.3) indique un rendement variant entre 92,13% à 92,65% et ceci traduit l'efficacité des clarificateurs et la bonne aptitude des boues à la décantation. Cependant, et malgré ces bons rendements

d'élimination. Les concentrations des MES dans les eaux épurées à la sortie de la station ne dépassent pas la norme admise (35mg/l).

Tableau II.3 : Moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée et leurs rendements d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.

Mois	Charge moyenne de MES dans l'eau usée brute (mg/l)	Charge moyenne de MES dans l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de MES pendant chaque mois (%)
février	328,20	21,6	92,65
Mars	189,35	15,5	92,13

5. 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. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires.

Les résultats concernant l'évolution de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des mois février et mars avant et après épuration sont illustrés sur la Figure (II.10). Les teneurs en DCO montrent une nette baisse à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les valeurs oscillent entre 130 et 540 mg/l à l'entrée de la station. A la sortie l'évolution de ce paramètre marque une diminution importante pendant le prélèvement de mars d'un ordre de 60.0 mg/l à cause de l'élimination de matières les plus grossières (minérales, organiques) lors des procédés de prétraitements (dégrillage, dessablage et dégraissage-déshuilage) et de la dégradation de la matière organique par les microorganismes (traitement biologique).

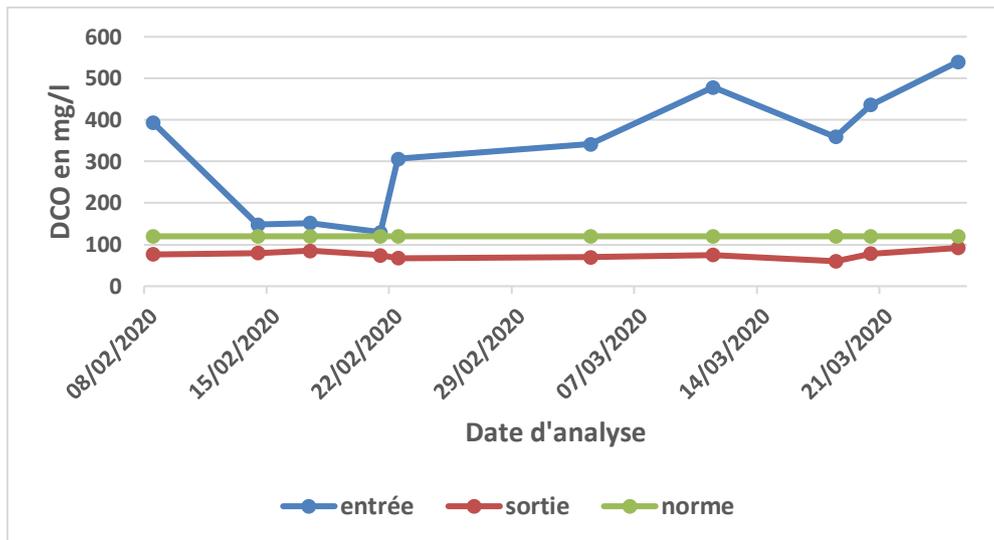


Figure II.10 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 04 février au 25 Mars 2020)

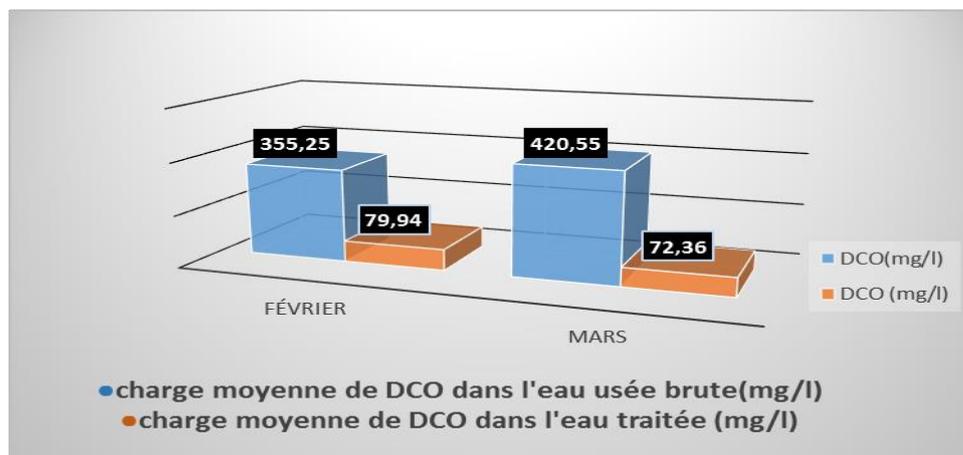


Figure II.11 : Variations des charges moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt

A partir de cette figure, nous constatons que les teneurs moyennes de la DCO de l'eau brute sont entre 355,25 mg/l et 420,55 mg/l indiquant l'importance de la quantité de la matière organique dans les eaux résiduaires qui serait liée l'urbanisation que connaît ces dernières années la ville de Tissemsilt. Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont inférieures à celles de l'eau brute. Elles varient entre 79,94 mg O₂/l au mois février et 72,36 mg O₂/l. Ces concentrations résiduelles obtenues après traitement sont importantes et ne dépasse pas la norme de rejet fixée à 120 mg/l (JORA, 2006).

Chapitre II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

Le pourcentage d'abattement de la DCO représenté sur le tableau (II.4) indique un rendement variant entre 75,44% à 82,14% et ceci illustre une moyenne réduction de la matière organique biodégradable ou non biodégradable contenue dans les bassins d'aération.

Tableau II.4 : Les charges moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.

Mois	DCO de l'eau usée brute (mg/l)	DCO de l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de la DCO (%)
Février	325,55	79,94	75,44
Mars	420,55	72,36	82,14

6. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène utilisé par voie biologique pour la dégradation de la matière organique (Rodier et al, 1996). Elle est exprimée en mg O₂/l et est très utilisée pour les contrôles de la pollution et le suivi des effluents urbains (Guiranud, 1998). Le suivi des teneurs en DBO₅ des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, nous a permis de dresser le tableau (II.5) et de tracer les courbes illustrés sur la figure (II.12).

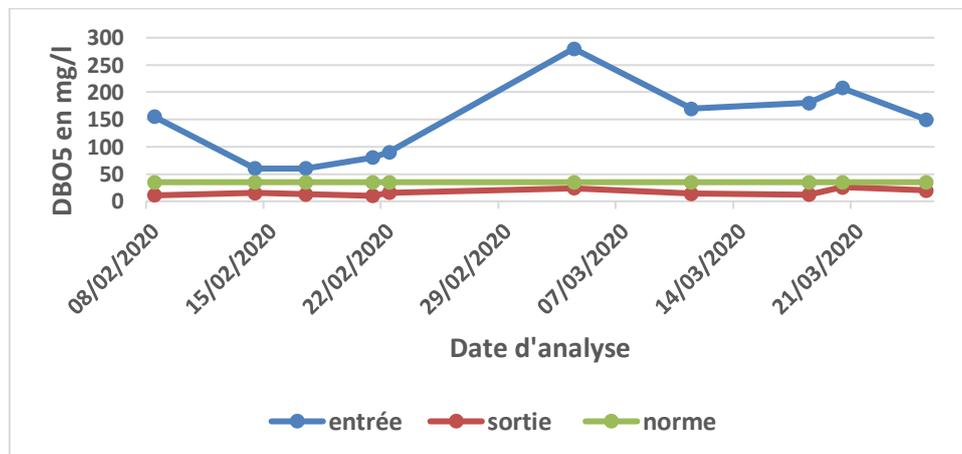


Figure II.12: Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)

Nous avons observé que les concentrations moyennes mensuelles (figure II.13) de la DBO₅ de l'eau brute durant notre période d'étude, sont entre 176,3 mg O₂/l à 203,6 mg O₂/l. Ces valeurs sont largement inférieures à la charge polluante en DBO₅ prise en compte par la station (720mgO₂/l).

Chapitre II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DBO₅ sont inférieures à celles de l'eau brute. Elles varient entre 19,63mg O₂/l et 26,44mg O₂/l. Ces concentrations résiduelles obtenues après traitement ne pas dépassent pas la norme de rejet fixée à 35mg O₂/l (JORA, 2006).

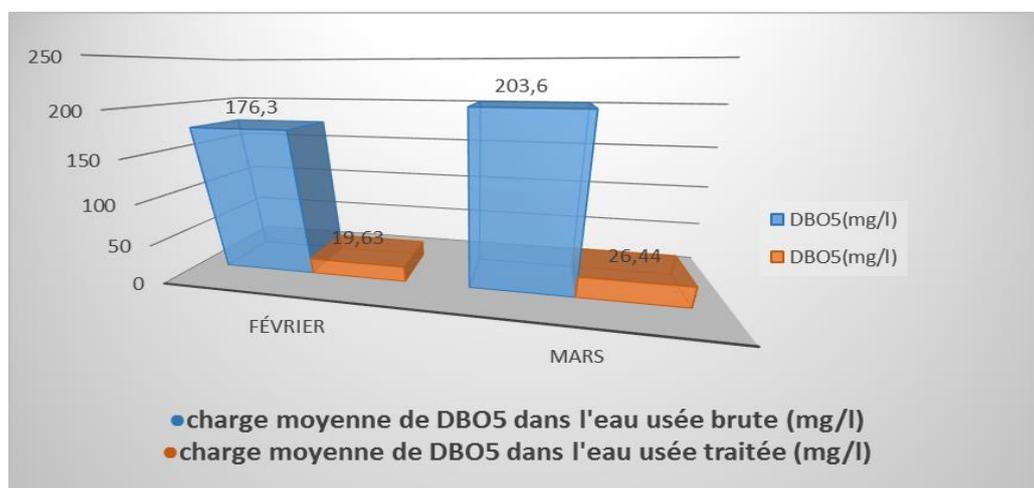


Figure II.13 : Variations des moyennes mensuelles de la DBO₅ de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.

Le pourcentage d'abattement de la DBO₅ représenté sur le tableau (5) indique un rendement variant entre 89,26 à 87,57% ce qui montre une réduction relativement bonne de la matière organique biodégradable contenue dans les bassins d'aération. Le pouvoir épuratoire de la STEP s'affiche plus performant à l'élimination de la matière organique mesurée en termes de DBO₅ comparativement à l'élimination de la matière organique mesurée en termes de DCO.

Tableau II.5 : Moyennes mensuelles des teneurs de la DBO₅ de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.

Mois	La DBO ₅ de l'eau usée brute (mg/l)	La DBO ₅ de l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de DBO ₅ (%)
Février	176,3	19,63	89,26
Mars	203,6	26,44	87,57

7. La biodégradabilité (K) :

L'estimation du coefficient de biodégradabilité K est très importante pour la recherche de la qualité de l'effluent qui est le rapport entre la demande chimique d'oxygène et la demande

biologique, pour déterminer s'il y a des composants qui influencent la dégradation des matières organiques (les détergents).

Si :

- $1 < K < 1.5$: l'effluent est biodégradable ;
- $1.5 < K < 2.5$: l'effluent est moyennement biodégradable ;
- $K > 2.5$: l'effluent n'est pas dégradé.

Un coefficient K élevé peut traduire la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne tels que les détergents et les hydrocarbures. Pour une eau usée domestique K est entre 2 et 2.5. Au cours de notre étude, nous avons évalué le rapport DCO/DBO5 et les résultats sont reportés sur la figure ci-dessous.

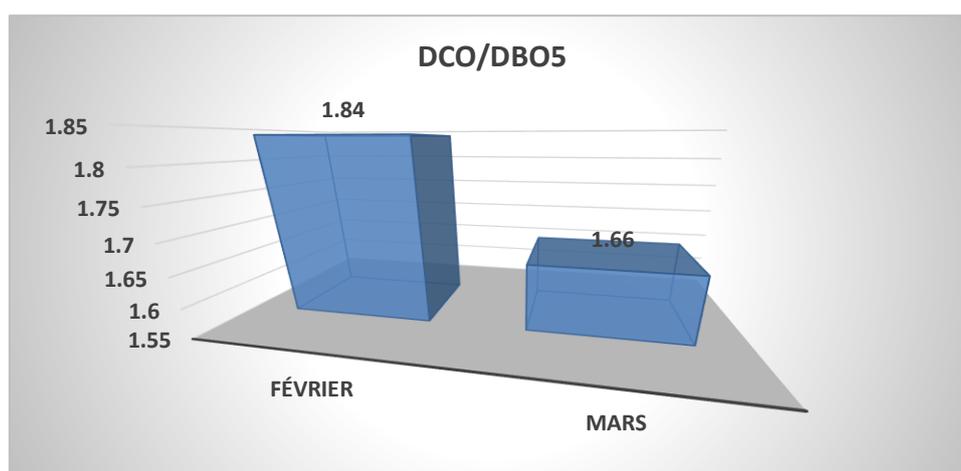


Figure II.14 : Variations de La biodégradabilité (K)

Nous remarquons que l'indice de biodégradabilité k de l'eau brute varie entre 1,84 et 1,66 (<3) et ceci indique que les eaux résiduaires arrivant à la station sont facilement biodégradables.

8. Azote ammoniacal (NH_4^+):

L'azote peut subir différentes transformations au cours d'un traitement biologique, le passage de la forme ammoniacale à la forme nitreuse puis nitrique et retour à la forme gazeuse. L'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

Chapitre II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

Cela explique l'élévation des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement (Nisbet et Vernaux, 1970). Les résultats de nos études sont reportés sur la figure (15) et le tableau (6).

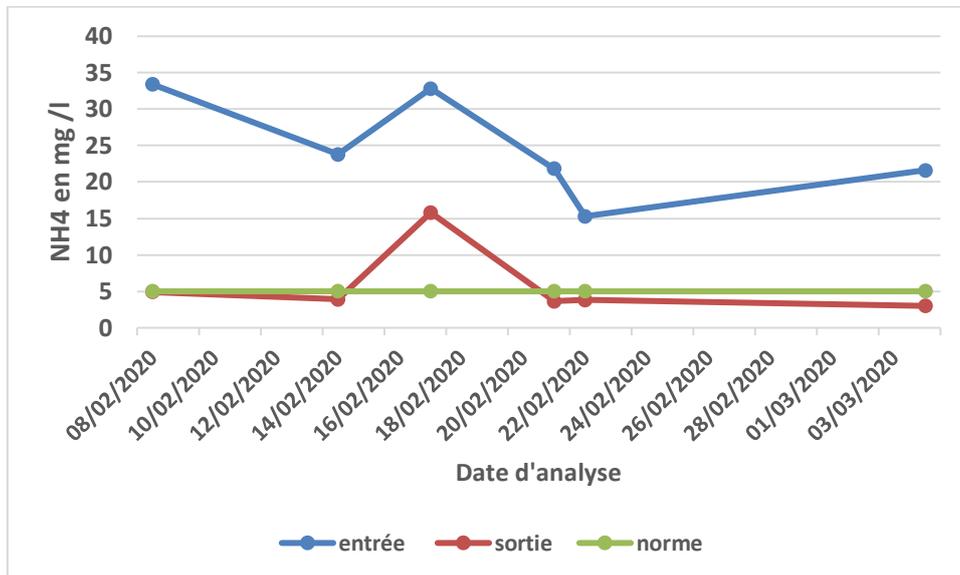


Figure II.15 : Variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP de Tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)

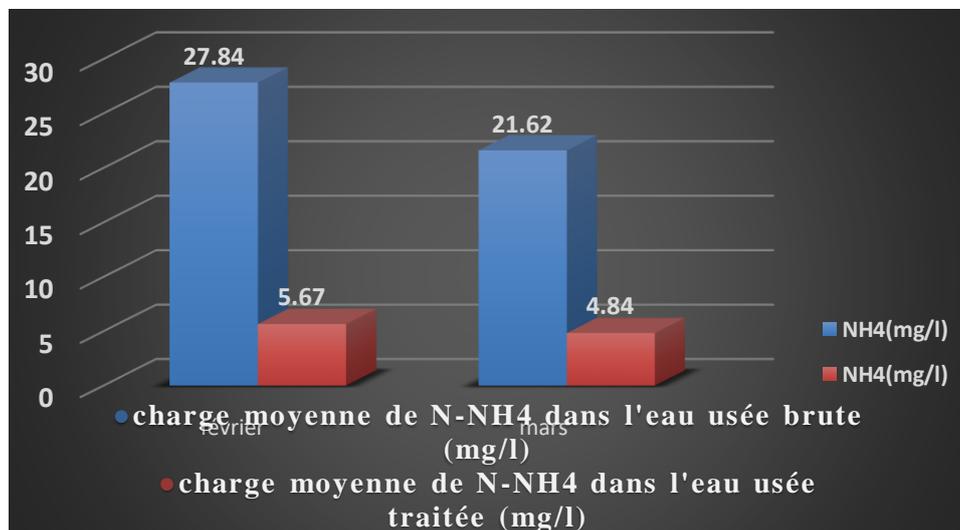


Figure II.16 : Variations des moyennes mensuelles de l'azote ammoniacal de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.

Tableau II.6 : Moyennes mensuelles des teneurs de l'azote ammoniacal de l'eau usée brute et épurée et leur rendement d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.

Mois	Teneurs de N-NH ₄ dans l'eau usée brute (mg/l)	Teneurs de N-NH ₄ dans l'eau usée traitée (mg/l)	Rendements d'élimination de N-NH ₄ pendant chaque mois (%)
Février	27,84	5,67	79,63
Mars	21,62	4,84	77,61

Les concentrations dans les eaux usées brutes varient entre 21,62 mg/l et 27,84 mg/l. La concentration en azote des eaux usées urbaines varie entre 20 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 constaté une diminution des concentrations en azote ammoniacal qui ont variées entre 4,84mg/l et 5,67 mg/l).

La diminutions des teneurs en azote ammoniacale est expliquée par une réaction chimique dite nitrification qui fait appel à des bactéries nitrifiantes (ex : Nitrosomonas europaea; Nitrobacter), et cette nitrification présente un grand intérêt en raison de la moindre toxicité de la forme nitrique par rapport aux formes ammoniacales et nitreuses.

9. Les nitrites

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 (NH₄⁺), forme particulièrement nuisible pour les ressources d'eau de surface. Le processus de nitrification est relatif à l'oxydation de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) en nitrates (NO₃⁻), et les nitrites résultent de la 1^{ère} étape de ce processus (étape de nitritation). L'oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitreux (NO₂⁻) s'effectue par des bactéries présentent dans l'eau.

La figure II.17 ci-dessous et le tableau (II.7) 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.

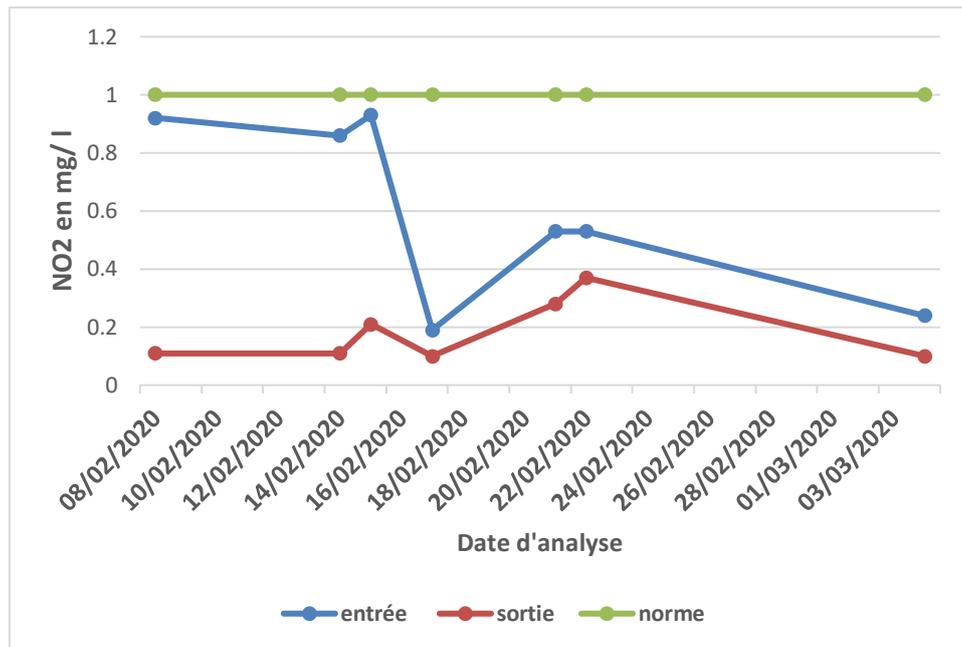


Figure II.17 : Variation journalière de NO₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)

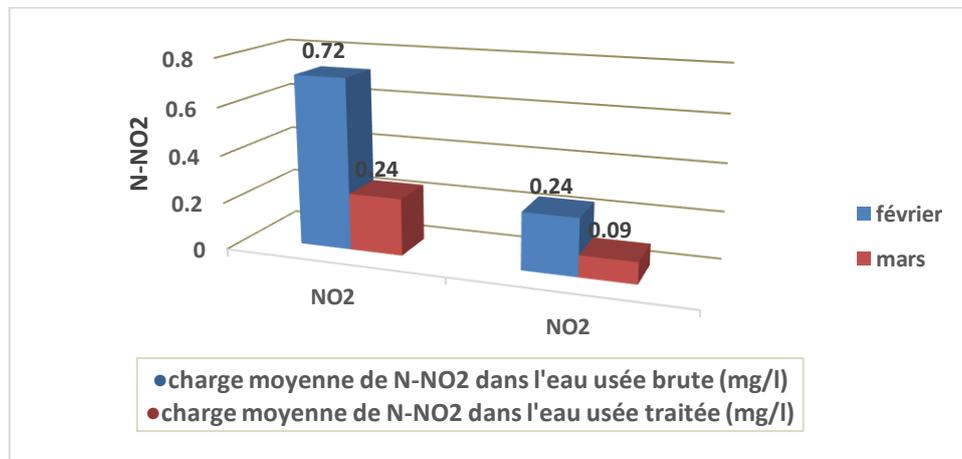


Figure II.18 : Variations des moyennes mensuelles des nitrites de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.

Nous constatons que les teneurs enregistrées dans les eaux brutes sont globalement faibles et varient entre 0,24mg/l et 0,72 mg/l. Ces teneurs diminuent encore dans les eaux épurées (0,09mg/l à 0,24mg/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). Notons que les organismes nitrificateurs sont

sensibles au pH et leur meilleure activité se situe dans une gamme de pH de 7,5 à 8 (Rodier et al, 2005).

Tableau II.7 : Moyennes mensuelles des teneurs des nitrites de l'eau usée brute et épurée et leurs d'élimination dans la STEP de Tissemsilt.

Mois	Teneurs des nitrites dans l'eau usée brute (mg/l)	Teneurs des nitrites dans l'eau usée traitée (mg/l)
Février	0,72	0,24
Mars	0,24	0,09

10. Les nitrates

La figure (II.20) et le tableau(II.8) représentent les variations des nitrates durant la période d'étude. Nous remarquons que les valeurs des nitrates de l'eau brute, à l'exception du mois de février, sont supérieures à celles des ions nitrites et ont atteint 4,01mg/l au mois mars. Les nitrates sont le résultat direct de l'oxydation de l'azote ammoniacal (NH_4^+) en passant par les nitrites (NH_2^-) qui est un élément peu stable sauf en cas d'insuffisance d'oxydant où on note une accumulation de ce dernier.

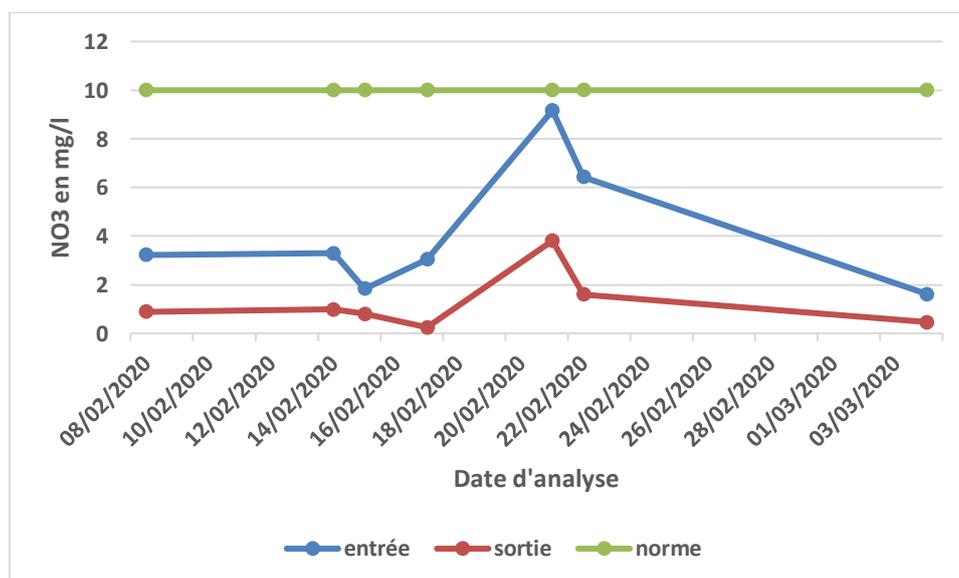


Figure II.19 : Variation journalière de NO_3 à l'entrée et à la sortie de la STEP de tissemsilt (Période du 02 février au 25 Mars 2020)

Les nitrates constituent donc le stade final de l'oxydation et la forme oxydée la plus stable de l'azote ce qui explique les concentrations plus élevées en cet élément. Dans les eaux épurées à

la sortie de la station, les concentrations des ions nitrates ont diminuées (0,46mg/l et 1,21mg/l).

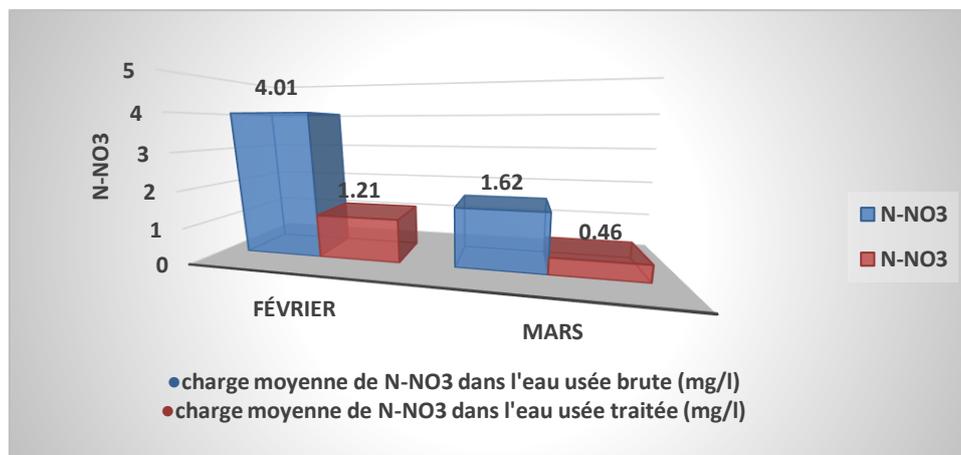


Figure II.20 : Variations des moyennes mensuelles des nitrates de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Tissemsilt.

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). La matière organique est utilisée comme source de carbone.

11. Phosphates (PO_4^{-3}) :

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des ortho phosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution) peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique. Le tableau suivant présente la variation journalière du phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Tableau II.8 : La variation journalière du phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Mois	Teneurs du phosphore dans l'eau usée brute (mg/l)	Teneurs du phosphore dans l'eau usée traitée (mg/l)
Février	9,4	1,64
Mars	12,9	1,85

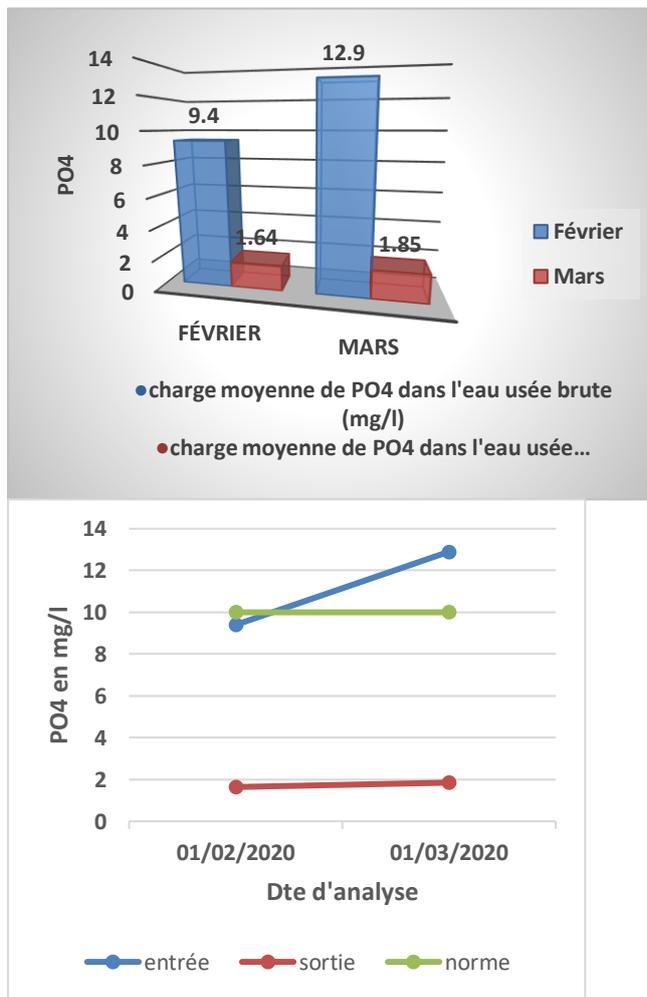


Figure II.21 : Variation journalière de phosphates (PO₄⁺³)

Ces résultats montrent que les concentrations en PO₄⁺³ à l'entrée de STEP sont variées et élevées (12,9 mg/l au mois de mars). A la sortie de la STEP on remarque que la charge en PO₄⁺³ est faible. La déphosphoration n'est donc pas complète dans le bassin d'aération. PO₄⁺³ et nous concluons que l'élimination du phosphate au niveau de STEP est inefficace.

II.4. Vérification des indicateurs de performances de la STEP

4.1 La charge massique Cm

C'est la quantité de DBO₅ en (kg/j) rapportée à la masse de matières en suspension totales contenues dans l'ouvrage de volume V. Elle s'exprime en kg DBO₅/ (kg MEST. j), est parfois rapportée à la masse de micro-organismes ou de matières volatiles sèches (MVS) contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en kg DBO/ (j. kgMVS).

$$C_m = \frac{DBO \text{ entrée} \times Q_j}{V \text{ ba.MVS}}$$

C_m : Charge massique (Kg DBO5/Kg MVS.j);

VBA : volume du bassin d'aération (m³);

MVS : concentration en matière sèche (Kg/m³);

Q_j: débit journalier d'eau usée à traiter (m³ /j);

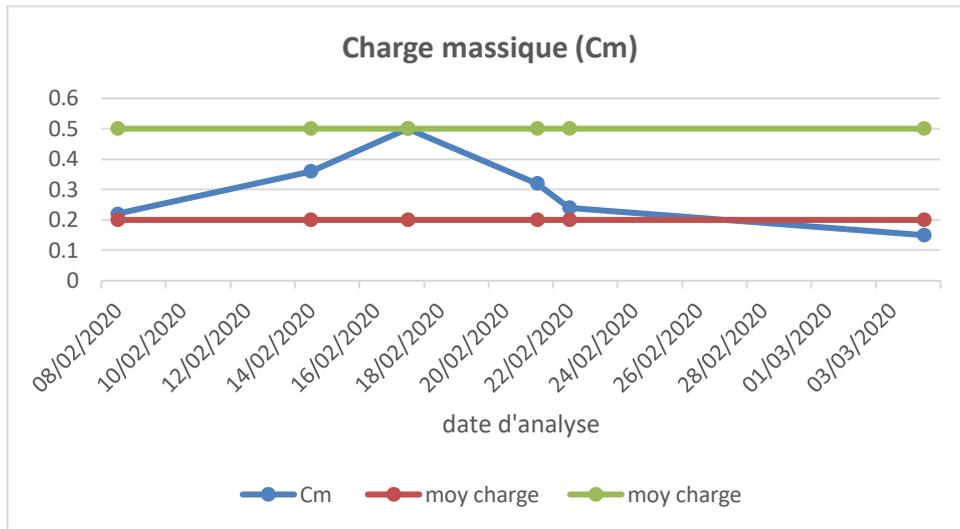


Figure II.22 : Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/02/2020 au 22/03/2020)

D'après ces résultats, on remarque que les valeurs de la charge massique sont supérieures à 0,25 KgDBO5/Kg MVS .j durant les mois (février), à cause d'un excès des boues au niveau du clarificateur et au bassin d'aération. Cette stabilité de la charge massique dans les autres mois est due à la bonne gestion de la masse de boue dans le système et ceci par des extractions régulières.

Le premier problème est la détermination de la charge massique (C_m) de la station, qui est le principal facteur de dimensionnement des ouvrages, la sous-évaluation de ce facteur a conduit à un sous-dimensionnement des ouvrages. Dans ce chapitre, on a constaté que la station fonctionne avec une moyenne charge massique, à la base de cette conclusion nous avons adopté les différents paramètres de dimensionnement.

4.2 . La charge volumique Cv

Chapitre II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

Encore appelée charge organique, elle représente la masse de pollution arrivant chaquejour sur la station par unité de volume de réacteur. Son expression est :

$$C_v = \frac{DBO_{entrée} \times Q_j}{V_{ba}}$$

Q_j : débit journalier d'eau usée à traiter (m³/j);

VBA : volume du réacteur (m³) ;

[DBO5] : la concentration en demande biologique en oxygène de l'effluent à cinq jours

(kgO₂/m³).

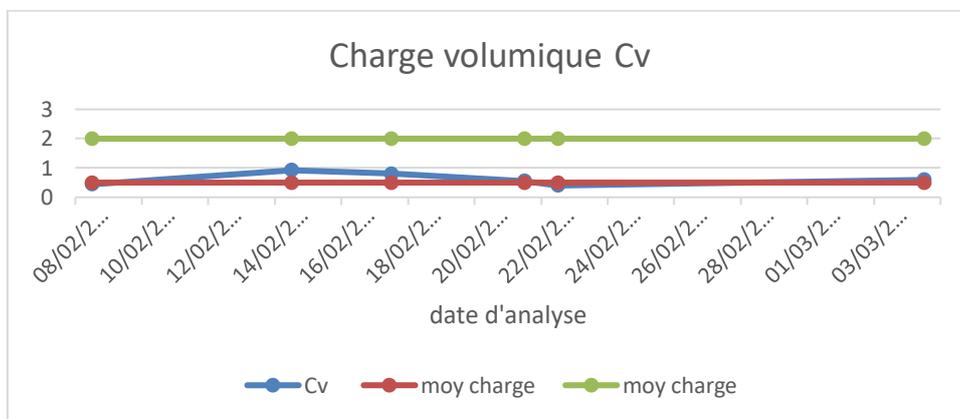


Figure II.23 : Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 05/01/2016 au 22/03/2016)

D'après la figure, on remarque que la STEP fonctionne en moyenne charge ($0,5 < C_v < 2$), avec un léger dépassement pour certains jours.

II.5.Conclusion

Ce chapitre a été axé sur le suivi de l'élimination des paramètres de pollution qui sont : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT), et l'azote ammoniacal (NH₄⁺), Phosphates total (PO₄⁺³), etc. Afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la station de Tissemsilt. Les rendements d'élimination sont en fonction des charges polluantes exprimées en termes de DCO, DBO₅, MES, N-NH₄⁺. Ces rendements varient en fonction de la nature de polluants dans le sens croissant de la manière suivante : MES > DBO₅ > DCO > N-NH₄⁺. La station d'épuration s'est avérée plus performante vis-à-vis l'élimination de MES dont les rendements sont entre 92.13% et 92.65%. La décantation primaire dans la station aurait joué

Chapitre II : Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées de la STEP de Tissemsilt

un rôle dans cette performance. L'élimination de la matière organique en termes de DBO5 est plus importante (92.07% à 94.64%) comparativement à la matière organique mesuré par le DCO (75.94% à 89.53%). Les rendements de l'azote ammoniacal dont la présence dans l'eau brute traduit habituellement un processus de dégradation incomplète sont entre 79.81% et 77.42%.

D'après les paramètres analysés des eaux épurées de la STEP de Tissemsilt., il convient de signaler qu'ils sont tous conformes aux normes de rejet et d'après les résultats obtenus nous confirmons le bon fonctionnement de cette station d'épuration.

CONCLUSION GENERALE

L'épuration des eaux usées par le procédé des boues activées repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération. L'aération est un élément clé d'une station d'épuration pour fournir l'oxygène aux microorganismes pour dégrader la pollution carbonée. Les stations d'épuration connaissent souvent des problèmes de dysfonctionnements et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau du bassin d'aération. En effet, la pollution domestique rend plus délicat le fonctionnement du processus d'épuration biologique, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée.

Notre étude a été axée sur le suivi de l'élimination des paramètres de pollution qui sont : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT), et l'azote ammoniacal (NH₄⁺), Phosphates total (PO₄⁺³), ainsi que les paramètres physico-chimiques. Afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la station de Tissemsilt.

Dans la première partie de l'étude nous avons présenté une synthèse bibliographique sur les eaux usées et les procédés de leur traitement. Les eaux usées présentent des matières polluantes qui peuvent influencer sur la santé et l'environnement. La pollution particulière limite la vie des organismes photosynthétiques et entraîne des dépôts et l'envasement du cours d'eau. La matière organique diminue la teneur en oxygène dissous et conduit à une modification et parfois à une disparition de la faune existante. Les nuisances de la pollution azotée et phosphorée sont nombreuses et variées comme l'eutrophisation du milieu récepteur. L'élimination des charges polluantes des eaux usées peut s'effectuer dans des stations d'épuration.

La conception de la STEP de Tissemsilt permet de protéger le barrage bogarra contre la pollution. La filière eau de la station comporte les étapes de prétraitement (dégrillage, dessablage/déshuilage), un traitement biologique et clarification. La filière boue comprend les étapes de l'épaississement, stabilisation aérobie et les lits de séchage.

Les résultats des moyennes mensuelles des différents paramètres de pollution analysées au cours de deux mois de l'étude (février et mars 2020), nous ont permis d'évaluer la qualité des eaux usées épurées par la STEP de Tissemsilt.

- Dans les eaux brutes, les teneurs de la matière organique mesurées en termes de DBO₅ et DCO se sont avérées élevées. Ces concentrations sont de 420,55 mg/l pour la DCO et 203,6 mg/l pour la DBO₅. Ces valeurs n'ont toutefois pas dépassées les charges polluantes prises en compte par la station (554 mgO₂/l pour DBO₅ et 1108 mgO₂/l pour la DCO).
- Au niveau de la STEP de Tissemsilt, les rendements d'élimination sont en fonction des charges polluantes exprimées en termes de DCO, DBO₅, MES, N-NH₄⁺. Ces rendements varient en fonction de la nature de polluants dans le sens croissant de la manière suivante : MES > DBO₅ > DCO > N-NH₄⁺.
- La station d'épuration s'est avérée plus performante vis-à-vis l'élimination des MES dont les rendements sont entre 92.13% et 92.65%.
- L'élimination de la matière organique en termes de DBO₅ est plus importante (87.57% à 89.26%) comparativement à la matière organique mesuré par la DCO (75.44% à 82.14%).
- Les rendements de l'azote ammoniacal dont la présence dans l'eau brute traduit habituellement un processus de dégradation complète sont entre 79.63% et 77.61%. Pour les ions nitrates et nitrites, les faibles concentrations enregistrées dans les eaux brutes sont conformes avec la composition moyenne des eaux usées dont les concentrations en ces éléments sont voisines de 0. Ces faibles concentrations ont diminuées dans les eaux épurées.

Enfin, Il en ressort que l'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP de Tissemsilt par le procédé "boues activée". Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements que ce soit pour l'élimination de la pollution carbonée ou celle de la pollution azotée. Pour la plupart des échantillons analysés, les concentrations des principaux paramètres de pollution dans l'eau épurée sont faibles et au dessous des normes Algériennes applicables en matière de rejet des effluents.

Références bibliographiques

- ALAIN BOTTA, LAURANCE BELLON, (2001)** Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro Méditerranée tehys.
- AOUAD R, et ISMIGAOUA, S,** contribution au dimensionnement de la station d'épuration biologique par boue active oued l'Ali, Mémoire de fin d'étude, UMTO, 2014
- AOULMI SOFIANE, (2007),** Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W. Ain Defla), thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique.
- AYERS R et WESTCOT D. (1994).** Water quality for agriculture, FAO irrigation and drainage paper. N° 29 Rev.1 FAO, Rome. 174p
- BAHLOUL F,** conception et dimensionnement d'un collecteur principal d'eaux usées pluviales et d'une station d'épuration AKbou, Mémoire de fin d'étude, université A.MIRA, Bejaia, 2004.
- BAUMONT S, CAMARD J P, LEFRANC A, FRANCONI A, (2004),** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, pp 220.
- BELARBIA A ; BELMILOUD K** <<dimensionnement de la station d'épuration de la ville de tazmalt wilaya de Bejaia>> Mémoire fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master en hydraulique, 2015
- BELBACHIR S, HABBEDDINE S** <<étude d'un système d'épuration d'eaux usées des localités de nedroma et Ghazaouet>> mémoire présente pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, 2017.
- BOUMONT S, CAMARD J P, LEFRANC A, FRANCONI A, (2004),** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, pp 220.
- C. GOMELLA et H. GERREE** « les eaux usées dans l'agglomération ».
- CSHPE,** conseil supérieur d'Hygiène publique de France.(1995) recommandations sanitaires relatives a la désinfection des eaux usées urbaines section des eaux.
- DEGREMONT 2005** Memento Technique de l'eau 2 ème édition tome 1 édition Lavoisier

DJAROUN H, GOUNANE I <<dimensionnement hydraulique de la station d'épuration de sidi aich (Bejaia)>> Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en hydraulique, 2015

DUGUET J-P ; BERNAZEAU F ; CLERET D ; GAID A ; LAPLANCHE A ; MOLES J ; (2006), Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement),

FERAY C, (2000), « Nitrification en sédiment d'eau douce : incidence de rejets de station d'épuration sur la dynamique de communautés nitrifiantes », Thèse de doctorat sciences naturelles, Écologie microbienne. Université Claude Bernard-Lyon, Lyon, France, 204 p.

FICHE D'EXPLOITATION ; [http ;// epnacirstea.fr... exploitation-des – station- depuration.pdf](http://epnacirstea.fr... exploitation-des - station- depuration.pdf) consulter le : 28/03/2016.

GAID A, (1984), « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger, Traitement des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, 10 Février 2008.Doc J 5 220-1.

HADJOU BELAID Z,(2013), « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain el Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université AbouBakrBelkaid de Tlemcen.

HASSAINE S ; BOULENOUAR H, contribution a l'étude d'un système d'épuration des eaux usées des petites localités : cas d'el khemis – wilaya de Tlemcen mémoire l'obtention du diplôme master. Université aboubakrbelkaid- Tlemcen 2018

HYDRO TRAITEMENT COMSA, Fiche technique de la station d'épuration (STEP) Tissemsilt.

JORA. (2006). Journal office de la république algérienne N° 26.

KESBI Rafika, étude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest algérien cas de la nouvelle STEP d'Ain-Temouchent. Université abdou bekre belkaide.

KHECHILBA I, AND MAHI A, (2016) étude diagnostic de la station d'épuration d'Ain el Huot : réhabilitation de filières à mettre en place

LAGARDETTE J 2004-2005 l'eau potable et l'assainissement édition Johanat

METAHRI MOHAMMED SAID, (2012), Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou

MEZIANI F contribution à l'étude de dimensionnement et à l'élaboration d'un guide de gestion et d'exploitation du système d'épuration de l'agglomération de Remich.

ONA, Fiche technique de la station d'épuration STEP de la ville de Tissemsilt, 2010.

OURAHMOUN L, << contribution au dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées oued falli commune et daire de tizi Ouzou >> Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en hydraulique, 2015.

REGSEK F, (2002), analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scérén CRDPA quintaine, Bordeaux.

RICHARDE C, (1996), les eaux ; les bactéries ; les hommes et les animaux ; Edition Elsevier ; Paris, P138.

RODIER J, (2005) L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition Dunod technique, Paris, pp 1008-1043.

SAGGAI M M, contribution à l'étude d'un système d'épuration plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla, université Ouargla, diplôme magister, Algérie, 2004.

SATINE, M, BOURRIER, R, SELMI, B (2010), guide technique de l'assainissement, 4ème édition, Edition le moniteur référence technique.

TARADAT M H, (1992), Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, canada. 537p.

THOMAS O, (1955), Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

VAILLANT J R, (1974) Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, . Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique Tlemcen, 2016. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, 2016.

