

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTÈRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID



التكنولوجيا كلية
Faculté de Technologie

الري قسم
Département d'Hydraulique

Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master En
Hydraulique

Option: Technologie et traitement des eaux

EPURATION DES EAUX USEES DOMESTIQUE
PAR LES BOUES ACTIVEES : ETUDE DE LA
PERFORMANCE DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

Présentée par:
Mlle BAHA Souad

Mlle BENSARI Fatima

Soutenu le : 23/06/2014

Devant les membres de Jury composé de:

Mr. MEGNOUNIF Abdesselam

Mr. CHIBOUB FELLAH.A

Mr. BOUMEDIENE Maamar

Mr. HABI Mohamed

President

Examineur

Examineur

Encadreur

PROMOTION: 2013 – 2014

REMERCIEMENTS

Merci ALLAH de nous avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience, d'aller jusqu'au bout du rêve et la volonté de mener à terme le présent travail.

Nous tenons à remercier **Mr. HABI Mohamed** qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail de fin d'étude, nous avons apprécié votre aide et vos conseils si précieux. Votre rigueur scientifique et vos qualités pédagogiques nous ont aidés tout au long de la réalisation de ce travail, l'expression de notre estime et de notre reconnaissance.

Nous remerciant également le président des jurés **Mr. MEGNOUNIF Abdesselam** nos examinateurs **Mr. CHIBOUB Fellah Abdelghani** et **Mr. BOUMEDIENE Maamar** de nous faire l'honneur d'accepter de nous examiner et discuter sur nos travaux.

Je voudrais remercier aussi l'ensemble des personnes de la station d'Ain El Houtz spécialement **KHAOUNI Mohamed** et **N.HABI**.

Nous adressons également nos profondes gratitudee à tous les professeurs de l'université ABOUBAKR BELKAID en particulier ceux du département d'hydraulique; votre enseignement a porté ses fruits.

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

BAHA S. et BENSARI F.

Résumé

La préservation des ressources hydriques est l'un des problèmes majeurs qui pèse sur notre environnement. Pour mieux préserver cette richesse, de nombreux pays procèdent à l'épuration des eaux usées (domestiques et /ou industrielles) et à leur réutilisation.

La culture de l'épuration de l'eau en Algérie est très nouvelle, elle est régie par l'office national d'assainissement (ONA), créée en 2001 sous la tutelle du ministère des ressources en eau qui dirige plusieurs STEP.

Cette étude comporte un ensemble d'analyses physico-chimiques réalisées au niveau de la station d'épuration de la région Tlemcen.

Ce travail a pour but de vérifier l'efficacité du fonctionnement de la station par le procédé des boues activées. Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 91.05% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) est respectivement de 89.05% et 91.64%. L'élimination du NO₂, NO₃, et PO₄³⁻ est très faible, Le but de cette station est la protection, le contrôle des rejets des eaux et protection d'environnement.

Mots clés : station d'épuration, eaux usées, Tlemcen, boues activées, performances.

Abstract

Preservation of water resources is one of the major problems in our environment. To better preserve this resource, many countries are in the wastewater (domestic and / or industrial) and reuse.

The culture of water purification in Algeria is very new, it is governed by the national sanitation (ONA), which was created in 2001 by the Ministry of Water Resources, which manages several STEP.

Our study includes several physico-chemical analyzes performed at the wastewater treatment by sludge activated in the Tlemcen region.

The results present satisfactory outputs purifying 91.05% of the suspended matter. The outputs of chemical oxygen demand (COD) and five-day biological oxygen demand (BOD₅) is respectively 89.05% and 91.64%. The elimination of NO₂-, NO₃- and PO₄-3 is very weak. The purpose of this station is the protection and control of water discharges and the protection environment.

Key words: purification plant, wastewaters, Tlemcen, activated sludge, performances.

المخلص

مياه معالجة طريقة الدول من العديد اقترح لهذا. بيئتنا على تؤثر التي الرئيسية المشاكل بين من هي المياه موارد على المحافظة الثروة هذه على الحفاظ اجل من استخدامها وإعادة (الصناعية أو / و المحلية) الصحي الصرف في انشأ الذي ، (ONA) للتطهير الوطني الدوان هو التقنية هذه متابعة على والمسؤل جديدة، هي الجزائر في المياه معالجة تقنية محطات عدة بدير و المائية، الموارد وزارة إشراف تحت 1002 عام في المنشطة الحمأة بواسطة الصحي الصرف مياه معالجة في أجريت والكيميائية الفيزيائية التحاليل من العديد دراستنا تشمل تلمسان المنطقة مرضية تنقية كفاءة النتائج أظهرت . المنشطة الحمأة عملية بواسطة للمحطة الفعال الأداء من التحقق هو العمل هذا من الهدف والطلب (DCO) الكيميائي الاكسجين على الطلب معدل من الحد . % 52.09 (MES) العالقة الصلبة المواد: كالتالي النسب كانت حيث $2NO_2^-$ ، $3NO_3^-$ ، $4PO_4^{3-}$ على القضاء اما % 52.19 و % 55.09 التوالي على هي (DBO₅) (أيام 9 لمدة البيولوجي الاكسجين على جدا منخفضة البيئة على محافظة و معالجتها بعد المياه مراقبة المحطة هذه من الغرض

المفتاحية الكلمات: المنشطة الحمأة والأداء وتلمسان، الصحي، الصرف مياه الصحي، الصرف مياه معالجة محطة

TABLE DES MATIERES

Introduction générale

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. GENERALITES SUR LES EAUX RESIDUAIRES	5
I.1.1. Introduction	5
I.1.2. Définition des eaux usées	5
I.1.3. Origine des eaux usées	5
I.1.3.1. Les eaux usées domestiques	5
I.1.3.2. Les eaux de ruissellement	5
I.1.3.3. Les eaux usées industrielles	5
I.1.3.4. Les eaux usées urbaines	6
I.1.3.5. Les effluents agricoles.....	6
I.1.4. Systèmes d'assainissement	6
I.1.4.1. Réseau unitaire	6
I.1.4.2. Réseau séparatif	7
I.1.5. La pollution des eaux	8
I.1.5.1. Pollution minérale	8
I.1.5.2. Pollution microbienne	8

I.1.5.3. Pollution chimique	8
I.1.5.4. Pollution physique	8
I.1.5.5. Pollution par le phosphore	8
I.1.5.6. Pollution par l'azote	8
I.1.6. Les paramètres de pollution	8
I.1.6.1. Les paramètres organoleptique	9
I.1.6.1.1. La couleur et odeur	9
I.1.6.2. Les paramètres physiques	9
I.1.6.2.1. La température	9
I.1.6.2.2. Les matières en suspension (MES)	9
I.1.6.2.3. Les matières volatiles en suspension (MVS)	9
I.1.6.2.4. Les matières minérales sèches (MMS)	9
I.1.6.2.5. Les matières décantables et non décantables	9
I.1.6.2.6. La turbidité	9
I.1.6.3. Les paramètres chimiques	10
I.1.6.3.1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	10
I.1.6.3.2. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours(DBO ₅) .	10
I.1.6.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	10
I.1.6.3.4. La biodégradabilité (K)	11
I.1.6.3.5. Carbone total organique (COT)	11
I.1.6.3.6. L'azote	11
I.1.6.3.7. Le phosphore	12
I.1.6.3.8. La conductivité électrique (CE)	12
I.1.7. L'équivalent habitant (EH)	12
I.1.8. Les normes algériennes de rejet d'effluents.....	12
I.1.9. Conclusion	13
I.2. PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES	13
I.2.1. Introduction	13
I.2.2. Le prétraitement	14
I.2.2.1. Le dégrillage.....	14
I.2.2.2. Le dessablage	14
I.2.2.3. Le déshuilage-dégraissage	14
I.2.3. Le traitement primaire	14
I.2.3.1. La décantation simple	15
I.2.4. Le traitement secondaire ou traitement biologiques	15
I.2.4.1. Les procédés à cultures fixées (lits bactériens et disques biologiques)..	15
I.2.4.1.1. Disques biologiques	15
I.2.4.1.2. Lits bactériens	16
I.2.4.2. Les procédés à culture libres	16
I.2.4.2.1. Lagunage	16
I.2.4.2.2. Les boues activées	17

I.2.4.2.2.1. Avantages et inconvénients	18
I.2.4.2.2.2. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées.....	19
a) Charge volumique (C _v)	19
b) Charge massique (C _m)	19
c) Indice de boue	19
d) Besoins en oxygène.....	20
e) Temps de séjour.....	20
f) Âge des boues.....	20
I.2.5. Décantation secondaire	20
I.2.6. Traitement de tertiaires	21
I.2.6.1. L'élimination de l'azote	21
I.2.6.2. L'élimination du phosphore	23
I.2.6.3. Traitement de l'odeur	23
I.2.6.4. La désinfection	23
I.2.7. Traitement des boues	23
I.2.7.1. Définition	23
I.2.7.2. Objectifs	23
I.2.7.3. Système de traitement des boues.....	24
I.2.8. Conclusion	24

CHAPITRE II: DESCRIPTION DE LA STATION D'ÉPURATION D'AIN EL HOUTZ

II.1. Introduction	26
II.2. Présentation de la STEP de « AIN EL HOUTZ »	26
II.2.1. Principe de fonctionnement	26
II.2.2. Description des installations	27
II.2.2.1. Déversoir d'orage	27
II.2.2.2. Dégrilleurs	27
II.2.2.3. Dessableur-déshuileur	28
II.2.2.4. Bassin d'aération	28
II.2.2.5. Décanteurs secondaires	30
II.2.2.6. Bassin de chloration	30
II.2.2.7. Le poste de pompage des boues	31
II.2.2.8. Épaississeur des boues	31
II.2.2.9. Lits de séchage	32
II.2.2.10. Aire de stockage des boues séchées	33
II.2.3. Données de base	33
II.3. Caractéristique après traitements prévus par l'étude	33
II.4. Le rendement de la station	34
II.5. Conclusion	35

CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODE

III.1. Introduction	37
III.2. Matériel et méthodes des analyses dans la station d'épuration d'Ain El Houtz	37
III.2.1. Echantillonnage des eaux	37
III.2.2. Analyses physico-chimiques	37
III.2.2.1. La température	37
III.2.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	37
III.2.2.3. L'oxygène dissous	38
III.2.2.4. Conductivité	39
III.2.2.5. Matière Insoluble Décantable (M.I.D)	40
III.2.3. Paramètre par le Spectrophotomètre DR/2000	40
III.2.3.1. Les matières en suspension et turbidité	41
III.2.3.2. Phosphate, Ortho (0 à 2.5mg/l PO ₄ ³⁻) et sulfates	41
III.2.3.3. L'ammoniac, nitrates et nitrites	41
III.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)	42
III.2.5. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	43
III.2.6. La siccité	44
III.2.7. Indice de boue	45

CHAPITRE IV: PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

IV.1. Introduction	47
IV.2. Performances de la station d'épuration de l'année 2012	48
IV.2.1. La température	48
IV.2.2. Potentiel Hydrogène (pH)	49
IV.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	49
IV.2.4. La matière en suspension (MES)	50
IV.2.5. La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	51
IV.2.6. Les matières azotées	52
IV.2.6.1. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	52
IV.2.6.2. Nitrites (NO ₂ ⁻)	53
IV.2.6.3. Nitrate (NO ₃ ⁻)	53
IV.3. Performances de la station d'épuration de l'année 2013	54
IV.3.1. La température	54
IV.3.2. Potentiel Hydrogène (pH)	55
IV.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	55
IV.3.4. La matière en suspension (MES)	56
IV.3.5. La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	57
IV.3.6. Les matières azotées	58
IV.3.6.1. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	58
IV.3.6.2. Nitrites (NO ₂ ⁻)	59
IV.3.6.3. Nitrate (NO ₃ ⁻)	59

IV.4. Performances de la station d'épuration de l'année 2014	60
IV.4.1. La température	60
IV.4.2. Potentiel Hydrogène (pH)	61
IV.4.3. Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)	62
IV.4.4. La matière en suspension (MES)	62
IV.4.5. La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	63
IV.4.6. Les matières azotées	64
IV.4.6.1. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	64
IV.4.6.2. Nitrites (NO ₂ ⁻)	65
IV.4.6.3. Nitrate (NO ₃ ⁻)	65
IV.4.7. Turbidité	66
IV.4.8. Conductivité	67
IV.4.9. L'oxygène dissous (O ₂)	68
IV.4.10. Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	69
IV.4.11. Paramètres de fonctionnement du process.....	69
IV.4.11.1. Charge massique (C _m)	69
IV.4.11.2. Charge volumique (C _v)	70
IV.4.11.3. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM)	72
IV.4.11.4. Matière volatil sèche (MVS)	73
IV.4.11.5. Temps des séjours	73
IV.4.11.6. Âge des boues	74
IV.4.11.7. La biodégradabilité K	75

Conclusion général

Bibliographique

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur	12
Tableau I.2 : Les procédés sont classés en trois catégories différentes suivant leurs valeurs de charges volumique et massique	19
Tableau I.3 : Les opérations de traitement des boues et leurs objectifs	24
Tableau II.1 : Les valeurs de bases des données de la STEP de Tlemcen.....	33
Tableau II.2 : Les valeurs limitent de l'étude du processus.....	34
Tableau II.3 : Les valeurs limitent des paramètres de l'eau traitée.....	34
Tableau IV.1 : Les différentes classes de turbidité en fonction de la qualité visuelle de l'eau.....	67
Tableau IV.2 : Définie les différents domaines des charges massique.....	70
Tableau IV.3 : Différents domaines des charges volumiques.....	71
Tableau IV.4 : Valeurs seuil de l'indice de boue.....	72
Tableau IV.5 : Valeurs communément admises pour les charges massiques traditionnelles...	74

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Système unitaire.....	7
Figure I.2 : Système séparatif.....	7
Figure I.3 : Disques biologiques.....	15
Figure I.4 : Lit bactérien avec garnissage traditionnel.....	16

Figure I.5 : Une station d'épuration d'eau par lagunage de Ghardaïa.....	17
Figure I.6 : Schéma de la filière boues activées.....	18
Figure I.7 : Les différentes étapes de l'élimination de l'azote.....	22
Figure II.1 : Vue de la Station d'épuration d'Ain El Houtz (Tlemcen).....	26
Figure II.2 : déversoir d'orage.....	27
Figure II.3 : Grille grossière manuelle (1unité).....	27
Figure II.4 : Grille mécanisée (2 unités).....	28
Figure II.5 : Désableur- déshuileur.....	28
Figure II.6 : Bassin d'aération.....	29
Figure II.7: Bassin de nitrification dénitrification.....	29
Figure II.8 : Décanteurs secondaires.....	30
Figure II.9 : Bassin de chloration.....	30
Figure II.10 : Vis de recirculation.....	31
Figure II.11 : Epaisseur des boues.....	31
Figure II.12 : Pompe de la boue.....	32
Figure II.13 : Lits séchages.....	32
Figure II.14 : Aire de stockage.....	33
Figure III.1 : pH-mètre portatif (pH 90 wtw).....	38
Figure III.2 : Oxymétrie portatif (oxy 92 wtw).....	39
Figure III.3 : Conductimètre portatif (Lf 90).....	39
Figure III.4 : Cônes d'Imhoff.....	40
Figure III.5 : Spectrophotomètre DR/2000.....	40
Figure III.6 : réactif à D.C.O.....	43
Figure III.7 : réacteur à D.C.O et plaque chauffante.....	43
Figure III.8 : Flacon à D.B.O.....	44
Figure III.9 : D.B.O mètre.....	44
Figure IV.1 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	48
Figure IV.2 : Variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	49
Figure IV.3 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	50
Figure IV.4 : Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	50
Figure IV.5 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	51
Figure IV.6 : Variation journalière de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	52
Figure IV.7 : Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (période 02/04/2012 au 23/12/2012).....	53

Figure IV.8 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).....	53
Figure IV.9 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	54
Figure IV.10 : Variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	55
Figure IV.11 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	56
Figure IV.12 : Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	57
Figure IV.13 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	57
Figure IV.14 : Variation journalière de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	58
Figure IV.15 : Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	59
Figure IV.16 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).....	59
Figure IV.17 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	60
Figure IV.18 : Variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	61
Figure IV.19 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	62
Figure IV.20 : Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	62
Figure IV.21 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	63
Figure IV.22 : Variation journalière de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	64
Figure IV.23 : Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	65
Figure IV.24 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	65
Figure IV.25 : Variation journalière de turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	66
Figure IV.26 : Variation journalière de conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	67

Figure IV.27 : Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	68
Figure IV.28 : Variation journalière du phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	69
Figure IV.29 : Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	70
Figure IV.30 : Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	71
Figure IV.31 : Variation de l'indice de boue (IB) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	72
Figure IV.32 : Variation de la matière volatile en suspension (MVS) dans le bassin d'aération de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	73
Figure IV.33 : Variation de temps des séjours de l'eau dans le bassin d'aération (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	74
Figure IV.34 : Variation de l'âge des boues de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	75
Figure IV.35 : Variation journalière de biodégradabilité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).....	76

Liste des Abréviations

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Cm: La charge massique exprime en $\text{kg DBO5} / \text{kg MVS.j}$.

CO2: gaz de carbone.

COT : Carbone total organique.

CV : La charge volumique exprimé en $\text{kg O2} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

EH : l'équivalent habitant.

H2O : eau.

Im : Indice de Mohlman (mg/l).

K: constatant de la biodégradabilité.

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : matière minérales sèche (mg/l).

MO: matière organique.

MP : matière phosphorées.

MVS : matière volatile en suspension (mg/l).

Norg: Azote organique.

NH+4: l'azote ammoniacal (mg/l).

NH3: ammoniac (mg/l).

NO-2: nitrites (mg/l).

NO-3: nitrates (mg/l).

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PO4-3: orthophosphates (mg/l).

STEP: Station d'Épuration.

T : Température.

Ts : temps de séjour (h).

V: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation (ml/l).

VBA : volume de bassin d'aération (m³).

Qj : le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j⁻¹).

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. Elle est très demandée.

Elle est nécessaire à toutes activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets issus des utilisations domestiques et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogéniques, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble. Cependant si l'eau est préalablement traitée, elle trouve d'autres utilisations surtout dans le domaine agricole, où elle vient valoriser l'itinéraire technique mis en application pour produire plus.

La situation actuelle en Algérie, se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. La croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux dernières décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole. Les besoins exprimés par les différents utilisateurs sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées, ce qui engendre des conflits d'affectation, et nécessite parfois des arbitrages difficiles.

En outre, les pollutions des nappes et des ressources superficielles par les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités de traitement des systèmes d'épuration. Ces dégradations réduisent les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés.

Pour réduire cette pollution on réalise les stations d'épurations des eaux usées ; L'efficacité d'une station d'épuration des eaux usées se mesure classiquement par la qualité de ses rejets dans les milieux aquatiques.

En ce qui concerne la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi la station d'épuration d'Ain El Houtz comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de Tlemcen en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO₅), les MES, la turbidité, les matières azotées, le pH et la température de l'eau.

Ce travail est organisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente la synthèse bibliographique des connaissances actuelles. L'inventaire des procédés de traitement des eaux usées et principes de fonctionnement.

Le deuxième chapitre est consacré à la description et le fonctionnement de stations d'épuration d'Ain El Houtz.

Le troisième chapitre, présente les matériels et méthodes analytiques utilisées dans cette étude.

Dans Le quatrième chapitre, on présente tous les résultats obtenu à partir des analyses physico-chimiques.

Le travail est clôturé par une conclusion générale.

CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 5

I.1. GENERALITES SUR LES EAUX RESIDUAIRES

I.1.1. Introduction

Les normes nationales et internationales fixent des indicateurs de pollution biologique et physico-chimique de l'eau. Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Généralement exprimés en mg/l, Il existe une grande variété de paramètres indicateurs de pollution de l'eau. Il faut noter que ces paramètres peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

I.1.2. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué qui sont rejetées dans un émissaire d'égout. Ils regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) [1].

I.1.3. Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue cinq catégories d'eaux usées :

I.1.3.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de Lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout. Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières Organiques. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières Organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de Carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels Que soufre, phosphore, fer, etc.) [2].

I.1.3.2. Les eaux usées ruissellement

Comprennent les eaux de pluies, eaux de lavages et eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent en provenance des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sables...etc.). Elles contiennent également de zinc, plomb, et cuivre. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol. Elles sont généralement peu polluées [3].

I.1.3.3. Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, ...etc. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution [4].

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 6

I.1.3.4. Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules. Plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines [5].

I.1.3.5. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [6].

I.1.4. Systèmes d'assainissement

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont :

- ◆ Le système unitaire ;
- ◆ Le système séparatif.

I.1.4.1. Le système unitaire

Dans le système unitaire, les eaux pluviales et les eaux usées urbaines sont évacuées dans la STEP par une canalisation commune.

L'avantage de ce système est le coût plus faible que le séparatif pour la gestion des connections vers la STEP. L'inconvénient est que le dimensionnement des canalisations doit être suffisamment important pour éviter les inondations et permettre d'évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au bassin d'orage.

De plus, lors d'événements pluvieux importants dans un tel système, le volume d'eau drainé vers la STEP peut devenir trop important et ainsi dépasser la capacité de celle-ci.

Le trop-plein, composé d'eaux usées et d'eaux de ruissellement, est détourné vers le déversoir d'orage puis est traité partiellement, soit directement rejeté dans le cours d'eau récepteur provoquant une pollution ponctuelle du milieu récepteur. La dilution des eaux usées avec les eaux de pluie a un effet sur l'efficacité du traitement [7].

CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 7

Figure I.1 : Système unitaire [7].

I.1.4.2. Le système séparatif

Dans le système séparatif, l'évacuation des eaux usées urbaines (ménages privés, artisanats et industries) se fait dans une canalisation distincte de celle des eaux pluviales.

Ces dernières sont rejetées directement dans le récepteur aquatique sans passer par la station d'épuration.

Le système séparatif permet de pallier aux problèmes de surcharge de la STEP lors d'évènement pluvieux [7].

Figure I.2 : Système séparatif [7]. CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 8

I.1.5. Les pollutions des eaux usées

I.1.5.1. Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs [8].

I.1.5.2. Pollution microbiologique

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 [1].

I.1.5.3. Pollution chimique

Est créé généralement par les déversements des établissements industriels. Elle est plus ou moins nocive, selon la nature des substances dissoutes dans l'eau (exemple : pollution par les phénols) et selon les concentrations de ces substances.

I.1.5.4. La pollution physique

Résulta de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défilage de bois, de tanneries [2].

I.1.5.5. 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 [9].

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 [10].

I.1.5.6. Pollution d'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. L'azote existe sous deux formes : la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2) et nitrates (NO_3) [10].

I.1.6. Les paramètres de pollution

L'évaluation globale de la qualité d'une eau usée s'appuie sur le calcul des paramètres suivants : CHAPITRE I
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 9

I.1.6.1. Paramètres organoleptiques

I.1.6.1.1. La couleur et l'odeur

Dans les eaux usées brutes, la couleur est due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdes par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques [11].

I.1.6.2. Les paramètres physiques

I.1.6.2.1. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 °C par contre, elle est fortement diminuée pour de températures variant de 12 à 15 °C et elle s'arrête pour des températures inférieurs à 5°C [12].

I.1.6.2.2. Les matières en suspension (MES)

Elles sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [13]. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = \text{MMS} + \text{MVS} \quad (\text{I.1})$$

I.1.6.2.3. Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105°C, puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g /l).

Elles ensuite chauffées à 500-600°C, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) matières volatiles en suspension [14].

I.1.6.2.4. Les matières minérales sèches (MMS)

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice [15].

I.1.6.2.5. Les matières décantables et non décantables

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné (2 heures) suivant les conditions opératoires. Et les matières non décantables qui restent dans l'eau et qui vont donc être dirigée vers les procédés biologique [15].

I.1.6.2.6. La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau [6].

CHAPITRE I SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.6.3. Les paramètres chimiques

I.1.6.3.1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

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

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

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie [16].

I.1.6.3.2. La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène 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 biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours [6]; c'est la DBO₅. Elle se résume à réaction chimique suivante :

Substrat + micro organisme + O₂ → CO₂ + H₂O + énergie + biomasse (I.1)

I.1.6.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle représentative de la quantité de matières organiques oxydables par voie chimique. En d'autres termes, elle correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO. Généralement la valeur de la DCO est :

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

DCO = 1 à 10 fois DBO : pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO : pour les eaux usées industrielles [10].

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$ (I.2) CHAPITRE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 11

I.1.6.3.4. La biodégradabilité (K)

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

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que $K = DCO/DBO_5$ (I.3)

- Si $K < 1.5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matière 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 ;
- $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'élément inhibiteur de la croissance bactérienne.

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, si non on applique un traitement physico-chimique.

Le rapport entre la DCO et la DBO_5 peut donner une idée de la biodégradabilité de l'effluent. La DBO_5 et la DCO sont deux moyens d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables. La dégradation de celles-ci dans le milieu naturel s'accompagne d'une consommation d'oxygène et peut entraîner un abaissement excessif de la concentration d'oxygène dissous [6].

I.1.6.3.5. Carbone total organique (COT)

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous.

Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO_2 à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [17].

I.1.6.3.6. L'azote

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) [18].

I.1.6.3.7. Le phosphore

Le phosphore peut également se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique. Élément indispensable à la vie des algues, la présence de phosphore entraîne un risque d'eutrophisation du cours d'eau ou du lac, c'est à- dire que celui-ci peut se voir envahi par un développement excessif de la population algale [18].

I.1.6.3.8. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau).

CHAPITRE I SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 12

conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm}/\text{cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire [6].

I.1.7. L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP).

Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml [6].

I.1.8. Les normes algériennes de rejet d'effluents

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales) (source : journal officiel n° 93-160 juillet 1993). Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
pH	-	5.5 à 8.5
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Phosphates	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	5

CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 26

II.1. Introduction

La station d'épuration de la ville de Tlemcen se situe au nord du chef lieu « Tlemcen Ville », à l'ouest de Chetouane sur la Route de Ain El Houtz conçue pour une population de 150 000 Eq/hab d'une capacité de 30 000 m³/j, elle a été réalisée par l'Entreprise Hydrotraitement mise ne service le 05 novembre 2005 gérée et exploitée actuellement par l'Office National de l'Assainissement.

La station d'Ain El Houtz qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées d'origines domestique et pluviales par le procédé d'épuration boues activées à faible charge a été retenue pour traiter la charge carbonée, azotée et phosphorée. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau [37].

Figure II.1: Vue de la Station d'épuration d'Ain El Houtz (Tlemcen) [38].

II.2. Présentation de la STEP de « AIN EL HOUTZ »

II.2.1. Principe de fonctionnement

La station d'épuration de la ville de Tlemcen est de type boues activées à faible charge. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau [37].

La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et ses manifestations, reproduction, croissance, déplacements. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation. CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 27

II.2.2. Description des installations

La station comprend les dispositifs suivants :

II.2.2.1. Déversoir d'orage

Le déversoir d'orage de la station est installé à l'amont de celle –ci qui déverse le surplus du débit admissible dans le by-pass général de la station. La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter une charge de 3300 m³/h. L'eau usée à traiter arrive graviterment a la tête de la première filière du traitement a l'aide d'une conduite de 800 m de diamètre qui s'appelle liaison entre ouvrage [39].

Figure II.2 : déversoir d'orage [37].

II.2.2.2. Dégrilleurs

La station d'Ain El Houtz compte deux types des grilles : une grille grossière manuelle d'une largeur de 1.8 m, son inclinaison est de 70 %. L'écartement entre les barreaux est de 50 mm et une grille mécanisée il en existe 2 unités dont la largeur est de 1.0 m, la profondeur de chenal est de 1.5 m, l'écartement entre les barreaux est 20 mm.

Figure II.3 : Grille grossière manuelle (1unité) [37] CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 28

Figure II.4 : Grille mécanisée (2 unités) [37].

II.2.2.3. Dessableur-déshuileur

Cet ouvrage est de type longitudinal à deux compartiments, il est constitué d'un canal en béton armé de forme trapézoïdale. L'air est insufflé par des compresseurs 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 :

Sa longueur est de 26m, sa largeur est de 4m et une hauteur de 9 m.

Figure II.5 : Dessableur- déshuileur [37].

II.2.2.4. Bassin d'aération

Le bassin a une 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

CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL
HOUTZ
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 29

physicochimique retiennent la pollution organique est 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. Chaque bassin de forme rectangulaire d'une longueur de 55.5m, largeur de 18.5m, profondeur d'eau de 4.6m et hauteur de 5.6m. Le volume d'un bassin de 4723m³.

Figure II.6 : Bassin d'aération [37].

✓ **Bassin de nitrification dénitrification**

L'eau prétraitée arrive premièrement dans ce bassin pour faire l'élimination de la pollution azotique à partir des bactéries spécifiques (Nitrosomonas, Nitrobacter). Le bassin à une forme rectangulaire est équipé d'un mélangeur de fond pour assurer l'agitation du milieu, et après l'eau nitrifiée dénitrifiée est déversée vers les bassins d'aération. Chaque bassin a les dimensions suivantes :

Volume 725 m³, Longueur 187,56 m, Largeur 8,5 m, Hauteur du béton 5,6 m, Hauteur d'eau 4,9 m

Figure II.7: Bassin de nitrification dénitrification [37]. CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 30

II.2.2.5. Décanteurs secondaires

Station d'Ain El Houtz contient deux décanteurs secondaires sont équipés chacun d'un pont racleur à vitesse de rotation de 0.04m/s. Ils sont de forme circulaire, d'un diamètre de 46m et une surface de 1661m². La profondeur d'eau est de 4m en périphérie.

Les eaux clarifiées sont ensuite recyclées vers la dernière étape de traitement et qui est la désinfection et le traitement des boues décantées, elles sont envoyées vers le tour de recyclage ou vers l'épaisseur.

Figure II.8 : Décanteurs secondaires [37].

II.2.2.6. Bassin de chloration

Il est en béton armé et d'un volume de l'ordre de 700m³.

Figure II.9 : Bassin de chloration [37]. CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 31

II.2.2.7. Le poste de pompage des boues

Le poste de pompage des boues est doté d'une vis sans fin de recirculation.

Figure II.10 : Vis de recirculation [37].

II.2.2.8. Épaississeur des boues

Il est en béton armé. Il comprend un pont support tournant avec un moteur et réducteur. Le diamètre de l'épaississeur est de 14m et la hauteur utile est de 4m, le fond du bassin à une pente de 1/10.

Figure II.11 : Epaississeur des boues [37].

Les lits de séchages sont alimentés directement depuis le clarificateur de la station évitant ainsi l'utilisation de polymères et le passage sur table d'égouttage. La siccité des boues en entrée doit se situer autour de 2% à 5% de MS (20 à 50 g/litre). Il s'agit de boues liquides qui n'ont reçu aucun traitement particulier [40].

CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 32

L'eau interstitielle des boues s'écoule le long des tiges et rejoint le réseau de racines pour atteindre, durant ce périple épurateur, la couche de matériau qui permettra son évacuation par des drains. Cette eau est reconduite à la station en amont. Les études montrent que ce retour est généralement moins chargé que ceux provenant des autres procédés de densification comme les filtres à bandes ou les tables d'égouttages [40].

Figure II.12 : Pompe de la boue [37].

II.2.2.9. Lits de séchage

La boue épaissie sont prise par pompage et évacuées vers les lits de séchages. Le séchage de boues s'effectue à l'air libre dans des surfaces d'étendues de 30 m de longueur et 15 m de largeur.

Il existe 14 lits de séchage conçus d'un béton équipé d'une conduite de drainage perforée, pour permettre l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station.

Figure II.13 : Lits séchages [37]. CHAPITRE II DESCRIPTION DE LA STEP D'AIN EL HOUTZ
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 33

II.2.2.10. Aire de stockage des boues séchées



- Un bâtiment d'exploitation ;
- Un bâtiment de chloration.

Figure II.14 : Aire de stockage [37].

II.2.3. Données de base

La station d'épuration de la ville de Tlemcen a été dimensionnée sur la base des données suivante :

- Type de réseau unitaire ;
- Nature des eaux brutes domestiques.

Tableau II.1 : Les valeurs de bases des données de la STEP de Tlemcen [37].	Unité	Valeurs
Paramètres		
Population	Eq/hab	150000
Débit journalier	m ³ /j	30000
Débit de point horaire admis au traitement	m ³ /h	3800
DBO ₅ journalière	kg/j	9300
Matière en suspension	kg/j	13950
Azote a nitrifié	kg	1980
L'équivalence calculée sur la DBO	Eq/hab	172000

CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 37

III.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail est de faire les analyses physico-chimiques des eaux usées de la station d'épuration d'Ain El Houtz en deux points de traitement, l'eau d'entrée et l'eau de sortie, cela pour contrôler l'efficacité d'élimination de la matière minérale. Les analyses ont été faites au laboratoire de la STEP d'Ain El Houtz. Les paramètres physico-chimiques étudiés dans la STEP sont la température (T), le pH potentiel d'hydrogène, la conductivité électrique (CE), les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), les nitrates et les nitrites, l'ammonium, l'azote total.

III.2. Matériel et méthodes des analyses dans la station d'épuration d'Ain El Houtz

III.2.1. Echantillonnage des eaux

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspensions). Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué des échantillons composites durant 3 mois destinés à l'analyse physico-chimique pour l'entrée et la sortie au niveau de la STEP.

Les échantillons composites sont constitués d'un mélange d'échantillons prélevés chaque heure d'un volume de 200 ml par un agent préleveur envoyé le plus rapidement pour mesurer le pH et la T et les conserver au réfrigérateur pour l'analyse des autres paramètres à la fin de journée.

III.2.2. Analyses physico-chimiques

Différentes méthodes d'analyses ont permis de déterminer les divers paramètres physico-chimiques.

III.2.2.1. La température

La détermination de la température de l'échantillon est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre plongé à l'intérieur du flacon et on attend environ 3 minutes pour la lecture).

On prend la température de l'air La température est donnée en degré Celsius (°C).

III.2.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Il représente le degré d'acidité ou d'alcalinité suivant qu'il se trouve dans la bande de 0 à 7 ou de 7 à 14. L'activité biologique et certains rejets industriels influent sur le caractère acide ou basique d'une eau [41].

CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 38

Le pH joue un rôle dans :

- Les propriétés physico-chimiques : d'une manière générale, une baisse du pH favorise la tendance agressive d'une eau et une élévation du pH favorise le caractère entartrant [41];
- Processus biologique (dont certains exigent des limites très étroites du pH) [9] ;
- L'efficacité de certains traitements dont la coagulation et la floculation [41].

A l'aide d'un pH-mètre portatif (Figure III.1) on plonge la sonde dans les échantillons d'eau avant et après l'épuration. On le laisse se stabiliser ; on agite pour s'assurer de la fiabilité du résultat. Celui-ci est affiché sur l'afficheur.

Figure III.1 : pH-mètre portatif (pH 90 wtw) [37].

III.2.2.3. L'oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau se fait en fonction de la température, de la pression partielle et de la salinité. La teneur en oxygène de l'eau dépasse rarement les 10 mg /l, elle dépend de l'origine de celle-ci [9]. La détermination de la valeur d'oxygène dissous est faite par un oxymètre portatif. (Figure III.2) ; en laissant la sonde à l'air libre jusqu'à ce que l'afficheur indique 102 mg/l qui représentent la saturation de l'air en oxygène. On plonge en suite la sonde dans les échantillons, l'un après l'autre, tout en attendant le temps de la stabilisation puis on note le résultat.

CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 39

Figure III.2 : Oxymétrie portatif (oxy 92 wtw) [37].

III.2.2.4. Conductivité

La mesure de la conductivité donne une évaluation globale des ions présents dans l'eau, ions essentiellement minéraux (salinité de l'eau).

La conductivité varie en fonction de la concentration de l'impureté ; sa détermination est nécessaire car au-delà d'une salinité limite, la biodégradation de la matière organique peut se trouver freinée et les rendements d'épuration affectés. La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente [41].

On commence par régler le conductimètre (Figure III.3) et le mettre sur le mode « $\mu\text{s}/\text{cm}$ ». Puis on plonge la sonde dans les échantillons d'eau, usée puis épurée, et on lit le résultat en micro-siemens.

Figure III.3 : Conductimètre portatif. (Lf 90) [37]. CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 40

III.2.2.5. Matière Insoluble Décantable (M.I.D)

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 2 heures. La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie [9].

On met les échantillons d'eau dans les cônes et on attend environ 2h pour lire les résultats en ml/l grâce aux graduations (Figure III.4).

Figure III.4 : Cônes d'Imhoff [37].

III.2.3. Paramètre par le Spectrophotomètre DR/2000 (Figure III.5)

Figure III.5 : Spectrophotomètre DR/2000 [37]. CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 41

III.2.3.1. Les matières en suspension et turbidité

On introduit le numéro de programme mémorisé pour les matières en suspension 630, et on presse sur READ/ENTER. Et on règle la longueur d'onde à 810 nm. Et on presse pour la deuxième fois READ/ENTER. L'afficheur indique : mg/l MAT.EN.SUSP, On prépare le blanc (Verser 25ml d'eau distillée dans une cuvette de mesure), et l'échantillon (25ml d'eau épurée et entrer dans 2 cuvettes de mesure) puis on place le blanc dans le puits de mesure, et on ferme le capot. On pressant sur ZERO. L'afficheur indique : 0 mg/l MAT.EN.SUSP, On place le premier échantillon d'eau épurée (sortie) préparé dans le puits de mesure .et on ferme le capot. Presser : READ/ENTER. Et le résultat de matières en suspension en mg/l s'affiche. Et la même chose avec l'échantillon d'eau usée.

Pour la turbidité on procède aux mêmes étapes seulement le code de réglage qui change le numéro de programme 750 et la longueur d'onde a 450 nm et on lit directement le résultat affiché en FTU (formazing turbidity).

III.2.3.2. Phosphate, Ortho (0 à 2.5mg/l PO₄₃-) et sulfates

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 orthophosphates. La teneur en phosphates peut être exprimée en mg/l de PO₄₃- ou de P₂₀₅ [9].

On introduit le numéro de programme mémorisé pour les phosphates **490**, .Et on règle la longueur d'onde à **890 nm**. L'afficheur indique : **mg/l PO₄₃-PV**, On prépare le blanc (25 ml d'eau distillée) On prépare aussi 25 ml d'eau à analyser (usée, épurée) ; On rajoute le réactif : Pyrosulfate de potassium, molibdate de sodium, acide ascorbique. On attend 2 minutes pour le temps de réaction Puis on place le blanc dans le puits de mesure, et on ferme le capot. On pressant sur ZERO. L'afficheur indique : 0 mg/l, On place le premier échantillon d'eau épurée (sortie) préparé dans le puits de mesure .et on ferme le capot. Presser : READ/ENTER. Et le résultat de **phosphates** en mg/l s'affiche. Et la même chose avec l'échantillon d'eau usée (entrée).

PO₄₃- mg/l =mg/l P×3.07

Pour les sulfates on procède aux mêmes étapes mais on règle le numéro de programme 680 et la longueur d'onde a 450 nm et on rajoute le réactif : Chlorure de baryum et acide citrique. On attend 5 minutes pour le temps de réaction. On met le blanc dans l'appareil pour l'étalonner à zéro puis on met l'échantillon à analyser. Le résultat est directement donné sur l'afficheur.

III.2.3.3. L'ammoniac, nitrates et nitrites

Pour L'ammoniac le numéro de programme est 380, sa longueur d'onde est 425 nm. L'afficheur indique : mg/l N-NH₃ Ness. CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 42

Le blanc est composé de 25 ml d'eau distillée et exceptionnellement pour le dosage de l'ammonium on ajoute au blanc trois gouttes du réactif PVA plus trois gouttes du stabilisateur et 1 ml de réactif de Nessler.

On ajoute les mêmes réactifs pour l'échantillon d'entrée et de la sortie ; puis on laisse les trois échantillons (blanc, entrée et sortie) un moment de réaction (1 minute).

Lorsque le minuteur sonne l'affichage indique : mg/l N-NH₃ et on lit les résultats.

Note : les résultats peuvent être exprimés en mg/l d'ammoniac (NH₃) ou en mg/l d'ammonium (NH₄⁺) en multipliant le résultat par le coefficient (1,29).

Pour nitrates: le numéro de programme 355 et la longueur d'onde 500 nm; On prépare le blanc (25 ml d'eau distillée) ; On prépare aussi 25 ml d'eau à analyser (usée, épurée) ; On rajoute le réactif en sachet : Pyrosulfate de potassium, Ethylènediammonium sulfate ferreux, On attend 1 minute pour le temps d'agitation et 5 minutes pour la réaction. On met le blanc dans l'appareil (le puits) pour l'étalonner à zéro ; on met l'échantillon à analyser. Le résultat est directement affiché et pour avoir les nitrites on multiplie par la constante 4,4.

Pour nitrite : le numéro de programme 373 et la longueur d'onde 585 nm ; On prépare le blanc (25 ml d'eau distillée) ; On prépare aussi 25 ml d'eau à analyser (usée, épurée) ; On rajoute le réactif en sachet : cadmium, acide sulfaminique, On attend 15 minutes pour le temps de réaction. On met le blanc dans l'appareil (le puits) pour l'étalonner à zéro puis on met l'échantillon à analyser. Le résultat est directement affiché et pour avoir les nitrates on multiplie celui-ci par le coefficient 3,3.

III.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

On prépare le blanc pour les deux échantillons (blanc pour chaque gamme), celle-ci se fait dans les tubes contenant le réactif. Puis on met 2 ml d'eau distillée avec le contenu d'un tube du réactif de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) et on chauffe le tout pendant 2 heures à 150°C.

On prépare ensuite les deux échantillons cités ci-dessus : On prélève 2 ml d'eau usée et on rajoute le réactif pour la D.C.O, (Figure III.6) (gamme d'entrée 0-1500 ppm) ; On prélève 2 ml d'eau épurée et on rajoute le réactif pour la D.C.O (Figure III.7) (gamme de sortie 0-500 ppm).

CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

Figure III.6 : réactif à D.C.O. [37].

Figure III.7 : réacteur à D.C.O et plaque chauffante [37].

Le réacteur à D.C.O joue le rôle de catalyseur. On refroidit pendant 20 minutes. On règle le numéro du programme 435 et la longueur d'onde 620 nm.

On met le blanc dans le spectrophotomètre pour l'étalonner à zéro puis les échantillons à analyser. Le résultat est directement affiché.

CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 44

III.2.5. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

On remplit les flacons avec les échantillons d'eau (usée et épurée) et on met un barreau magnétique dans chacun des flacons pour homogénéisation. On rajoute un absorbant dans les bouchons hermétiques pour absorber l'humidité, le plus utilisé est l'hydroxyde de lithium (Figure III.8).

Les échantillons sont placés dans une chambre thermostatée et sombre durant leur mesure de D.B.O₅. (Figure III.9) On règle l'appareil à zéro et on met l'incubateur en marche pendant 5 jours à 20 °C. Le résultat est obtenu directement sur l'afficheur.

Figure III.8: Flacon à D.B.O. [37].

Figure III.9: D.B.O mètre [37]. CHAPITRE III MATERIELS ET METHODES
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 45

III.2.6. La siccité

La siccité est le pourcentage massique de matière sèche. Elle est évaluée par la quantité de solide restant après un chauffage à 105°C pendant deux heures. Elle s'exprime généralement en pourcentage. À l'inverse, on parlera de taux d'humidité.

Peser le creusé vide sécher soit P₀ ;

Prendre une quantité de la boue d'un lit de séchage ;

Peser ensemble le pèse-tare et la boue soit P₁ ;

Mettre le creusé à l'incubateur à 105°C pendant 4 heures (jusqu'à le poids se stabilise) soit P₂ ;

Le calcul de la siccité se fait par la formule suivante :

III.1

P₀ : creusé vide ;

P₁ : creusé avec l'échantillon ;

P₂ : creusé après séchage.

III.2.7. Indice de boue

L'indice de boue est utilisé pour apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation.

$I_b = V / \text{MES}$ III.2

I_b : indice de boue (ml/g) c'est le volume occupé par un gramme de boue ;

V : volume décanté d'un litre d'échantillon des bassins d'aérations durant 30 minutes en (ml/l) dans une éprouvette ;

MES : concentration de la matière en suspension (g/l).

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 47

IV.1. Introduction

Les principaux paramètres d'intérêt dans le bon fonctionnement d'une station d'épuration biologique sont : la température, le pH, les MES, la DCO et la DBO₅. La température et le pH influencent la multiplication des bactéries. Un excès de matières en suspension peut être à l'origine du colmatage du système de prétraitement. Aussi, des eaux résiduaires trop chargées en matières organiques seront incomplètement épurées, car nécessitant une activité microbienne plus intense.

Les performances épuratoires des procédés ont été évaluées sur des échantillons instantanés, par les mesures de la demande chimique en oxygène (DCO) (totale, filtrée), de la demande biochimique (DBO₅) (totale), des matières en suspension (MES), et matières volatiles en suspension (MVS), de l'ammonium, des nitrates, des nitrites, de la température, de l'oxygène dissous, du pH et par l'observation des microorganismes.

Dans ce chapitre on a présenté les résultats d'analyse au niveau de la station d'épuration d'Ain El Houtz pour les années 2012, 2013 et 2014.

Les résultats ont été mis à notre disposition par les agents de la STEP, ce qui nous a permis de se familiariser avec, ces types de résultats et d'avoir une idée sur les différentes étapes de travail dans la STEP.

Par la suite et au cours de notre stage au niveau de la STEP durant les mois de février, mars et avril, on a réalisé en collaboration avec les agents de la STEP des prélèvements et les analyses au niveau du laboratoire.

Les résultats de ces analyses sont présentés à la fin de ce chapitre.

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 48

IV.2. Performances de la station d'épuration de l'année 2012

5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
T(°C
)
Date
s des
anal
yses
entré
e
sortie
norm
e
d

L
u
es
foncti
p
onne
ar
ment
a
du
m
procé
èt
dé de
re
traite
s
ment
d
de la
e
statio
c
n
o
d'épu
nt
ration
rô
d'Ain
le
El
Houtz

s'ap	es	s
puie	d	comm
nt	e	e suit
sur	c	:
les	o	IV.2.
mesu	nt	1. La
res	rô	temp
stand	le	ératu
ards	p	re
du	er	
pH,	m	D'apr
Tem	et	ès
pérat	te	RODI
ure,	nt	ER J.
de la	d'	(2005
DCO	é),
, de	v	l'anal
MES	al	yse de
, de	u	ce
la	er	param
DBO	la	être
5,	p	est
amm	er	très
onia	fo	impor
cal,	r	tante,
nitrat	m	car
es et	a	elle
nitrit	n	condit
es.	ce	ionne
Ces	d	de
para	e	nomb
mètr	la	reux
es	st	param
sont	at	ètres,
mesu	io	tels
rés à	n.	que la
l'ent	L	condu
rée	es	ctivité
(eau	ré	électri
x	su	que,
brute	lt	l'oxy
s) et	at	gène
à la	s	disso
sorti	e	us et
e	x	le pH,
(eau	p	ainsi
x	ér	que
traité	i	les
es)	m	réacti
de	e	ons
cette	nt	de
STE	a	dégra
P.	u	dation
Les	x	et
résul	so	minér
tats	nt	alisati
issus	pr	on de
des	és	la
para	e	matiè
mètr	nt	re

orga	1	s
niqu	2	échan
e.	a	tillons
La	u	sont
varia	2	très
tion	3/	proch
journ	1	es.
alièr	2/	Elles
e de	2	se
la	0	situen
temp	1	t dans
ératu	2)	un
re de	.	interv
l'eau	D	alle
à	'a	qui va
l'ent	pr	du
rée	ès	mini
et à	le	mum
la	s	de
sorti	ré	14.5°
e de	su	C au
la	lt	maxi
STE	at	mum
P est	s	de
indiq	o	24.75
uée	bt	°C à
sur	e	l'entr
la	n	ée et
figur	us	entre
e	(f	10.6°
IV.1.	ig	C et
Fig	ur	25.5°
re	e	C
IV.1	I.	pour
:	1)	les
Vari	,	eaux
ation	le	épuré
journ	s	es,
alièr	v	avec
e de	al	une
la	e	moye
temp	ur	nne
ératu	s	de
re de	d	19.56
l'eau	e	°C.
à	la	Ces
l'ent	te	valeur
rée	m	s sont
et à	p	en
la	ér	foncti
sorti	at	on de
e de	ur	l'heur
la	e	e de
STE	d	prélèv
P	es	ement
(péri	di	et des
ode	ff	condit
du	ér	ions
02/0	e	météo
4/20	nt	rologi

ques. s fluenc
L'élé d ée par
vatio u la
n de te tempé
la m rature
temp ps atmos
ératu es phéri
re au t que.
cour in

Selon MARTIN G. (1979), au niveau des stations d'épuration la température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à des températures élevées. De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de 10°C. CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 49

6,0
6,5
7,0
7,5
8,0
8,5
9,0

pH

Dates des analyses

entrée

sortie

norme

IV.2.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH normal d'un effluent domestique étant compris entre 7,5 et 8,5 [42].

La figure IV.2 indique la variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.2 : Variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).

Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 7.52 et 7.76 avec une moyenne de 7,65 qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent de l'ordre de 7.5 à 8 (figure I.2), le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie [43]. Le pH alcalin et la température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau[44].

Le pH des eaux à la sortie de la STEP est toujours inférieur à celui enregistré à l'entrée. Les valeurs gravitent autour de la neutralité avec une tendance vers l'alcalinité, elles varient entre 7.2 et 7.72 avec une moyenne de 7.4 (figure IV.2), respectant la norme de rejet délimitée entre 6.5 et 8.5.

IV.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène DCO est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau [45].

La figure IV.3 montré la variation de la concentration de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP. CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

0	D	Dates
200	C	des
400	O	analy
600	(ses
800	m	entrée
1000	g/	sortie
1200	l)	norme
1400		
0	nt	les
50	ré	valeur
100	e	s de
150	et	la
200	à	DCO
250	la	de
300	so	l'eau
350	rti	brute
400	e	est
450	d	variab
500	e	le
M	la	selon
ES	S	les
(m	T	semai
g/l)	E	nes,
Da	P	elles
tes	(p	oscill
des	ér	ent
an	io	entre
aly	d	25
ses	e	mg/l
entr	d	et
ée	u	1187
sort	0	mg/l
ie	2/	avec
nor	0	une
me	4/	moye
Fig	2	nne
ure	0	de
IV.	1	556
3 :	2	mg/l.
Var	a	Conc
iati	u	ernant
on	2	l'efflu
jou	3/	ent
rma	1	traité,
lièr	2/	les
e	2	valeur
de	0	s
la	1	enregi
de	2)	strées
ma	.	de la
nde	O	DCO
chi	n	sont
mi	re	large
que	m	ment
en	ar	inféri
oxy	q	eure à
gèn	u	celle
e	e	de
(D	q	l'eau
CO	u	brute
) à	e	pour
l'e		

mo F dans
 yen A l'efflu
 ne O ent.
 de (2 La
 32. 0 figure
 16 0 IV.4
 mg 3) représ
 /l, , enté
 elle L Les
 s a variat
 var m ions
 ient at journ
 ent iè alière
 re re s de
 12 e la
 mg n conce
 /l su ntrati
 et sp on
 76 e des
 mg ns matiè
 /l io res en
 ave n suspe
 c (nsion
 un M (MES
 ren E) à
 de S) l'entr
 me re ée et
 nt pr à la
 d'a és sortie
 batt e de la
 em nt STEP
 ent e .
 de le **Figur**
 la s **e**
 DC p **IV.4 :**
 O ar Variat
 est ti ion
 env c journ
 iro ul alière
 ns es de la
 91. m conce
 33 in ntrati
 %. ér on
IV. al des
2.4. es matiè
La et res en
ma or suspe
tièr g nsion
e a (MES
en ni) à
sus q l'entr
pe u ée et
nsi es à la
on c sortie
(M o de la
ES nt STEP
) e (péριο
 n de du
 Sel u 02/04
 on es /2012

au 1 2012)

23/ 2/ .

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et épurée. Elles se situent entre 170 mg/l et 460 mg/l avec une

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE
LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 51

0	500	sortée
100	600	norme
200	DBO5 (mg/l)	
300	Dates des analyses	
400	entrée	

moyenne de 300.37 mg/l (figure IV.4) pour les eaux brutes, ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet. Le taux des matières en suspension varie entre 8 mg/l et 73 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à la décantation des matières décantables, avec une moyenne de 22.03 mg/l. Cette valeur reste inférieure à la norme de rejet (30 mg/l).

Le rendement d'élimination des MES avoisine les 93%. Ces résultats confirment l'efficacité du clarificateur. Les boues semblent avoir une bonne aptitude à la décantation.

IV.2.5. La demande biologique en oxygène (DBO5)

La figure IV.5 présente la variation journalière de la concentration de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.5 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).

L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel est la consommation d'oxygène qui en résulte [45]. La détermination de la DBO5 a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'estimer les effets :

Substances organiques + O₂ CO₂ + H₂O + biomasse [45].

La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 157 mg/l et 460 mg /l. Les variations des concentrations en DBO5 de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux résiduaires. Cependant, on constate que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la station. Les faibles concentrations en DBO5 ont été observées durant les mois de novembre et Décembre, journées pluvieuses, ou une dilution considérable en pollution de l'effluent d'entrée a eu lieu. Les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO5 entre 4.9 mg/l et 79.4 mg/l, ce qui correspond à un taux d'abattement moyen de 91.71%, cette performance de la station est liée à une optimisation des réglages d'exploitation. CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 52

0,0
10,0
20,0
30,0
40,0
50,0
60,0
70,0
80,0
NH₄⁺
(mg/l)
Dates
des
analyses
entrée
sortie
norme
IV.2.6.
Les
matières
azotées

L'azote
rencontré dans
les
eaux
usées
peut
avoir
un
caractère
organique ou
minéral
, il se
présente sous
quatre
formes
:
Organique
(N_{org}) ;
ammoniacal
(NH₄) ;
nitreux
(NO₂⁻) ;
nitrique
(NO₃⁻).
IV.1.6.
2.
Azote
ammoniacal
(NH₄⁺)

La
figure
IV.6
présente la
variation
journalière
de
NH₄⁺
à
l'entrée et
à la
sortie
de la
STEP
.
Figure
IV.6 :
Variation
journalière
de
NH₄⁺
à
l'entrée et
à la
sortie
de la
STEP
(Période du
02/04
/2012
au
23/12
/2012
)
. On
remarque
que les
teneurs en
azote
ammoniacal
diminuent
de l'entrée

(74.17 mg/l) vers la sortie (0.64 mg/l). Le rendement de l'élimination de l'azote ammoniacal est environ de 84%. 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. Cela

explique l'élévation des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement [46]. L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,1 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux nature

lles. Il STAT
constitu ION
e un D'EP
bon URA
indicate TION
ur de la D'AI
pollutio NEL
n des HOU
cours TZ
d'eau BAH
par les A
effluent Souad
s et
urbains BEN
[47]. SARI
CHAPI Fatim
TRE IV a
PERFO Page
RMAN 53
CE DE
LA

0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2

NO₂- (mg/l)

Dates des analyses

entrée

sortie

norme

0

2

4

6

8

10

12

14

NO₃- (mg/l)

Dates des analyses

entrée

sortie

norme

IV.2.6.2. Nitrites (NO₂-)

La figure IV.7 présente la variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.7: Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).

D'après les résultats obtenus, après analyse des résultats de mesures, on remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.008 mg/l et 0.44 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.002 mg/l à 0.38 mg/l. Cependant, la moyenne de la concentration des nitrites se situe autour de 0,16 mg/l.

IV.2.6.3. Nitrate (NO₃-)

La figure IV.8 présente la variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.8 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/04/2012 au 23/12/2012).

5 ré taux de nitrates coura
10 e ont augmenté ntes,
15 et considérablemen corres
20 d t au niveau des ponde
25 e eaux traitées par nt aux
30 0. rapport aux eaux princi
35 1 brutes (figure pales
T 1 IV.8). pollut
(° 1 Les faibles ions
C) m teneurs en et ce
D g/ nitrates au sont
a l à niveau des eaux eux
t 1 brutes sont l'on
e 1. probablement retrou
d' 7 dues au fait que ver
a m l'azote contenu dans
n g/ dans les eaux les
a l résiduaire norm
l a domestiques a es de
e u essentiellement rejet.
n re une origine L'éva
o je humaine. On luatio
r t, estime environ n de
n a 13g/jour d'azote la
r m v rejeté par un être pollut
m ec humain adulte, ion
e u sous forme d'une
s n essentiellement eau
v e organique, usée
a l présent dans brute
e l'urine [48]. se fait
u r **IV.3.** d'apr
m **Performance** ès la
o **s de la** déter
y **station** minat
e **d'épuration** ion
n **de l'année** d'un
n **2013** certai
e Les composés n
d que l'on nomb
e retrouve dans les re de
0. eaux usées sont param
9 très nombreux et ètres
2 variés. Pour physi
m déterminer le co-
g/ degré de chimi
l. pollution, on ne ques
o peut pas caract
n identifier la érisan
c totalité des t cette
o composés eau
ns chimiques usée.
ta présents. Ces **IV.3.**
te paramètres **1. La**
q globaux (que **temp**
u l'on va appel), **ératu**
e mesurer par des **re**
le analyses

Pour la plupart des séries de prélèvements, la température des eaux varie sensiblement (figure IV.9).

Figure IV.9: Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

On observe une différence de 14 degrés entre les valeurs estivales et hivernales. Il n'y a pas de différence entre les valeurs d'entrée et de sortie. La moyenne des températures enregistrées (figure IV.9) est inférieure à 30 °C qui est considérée comme valeur limite pour les rejets directs dans le milieu récepteur et pour les eaux usées destinées à l'irrigation des cultures

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION
D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 55

6 sont
6,5 très
7 proch
7,5 es.
8 Elles
8,5 se
9 situen
p t dans
H un
Da interv
te alle
d' qui va
an du
aly mini
se mum
ent de
rée 9°C
sor au
tie au
nor maxi
me mum
[4 de
9]. 23°C
D' à
apr l'entr
ès ée et
les entre
rés 8.37°
ult C et
ats 24.8°
obt C
en pour
us les
(fi eaux
gu épuré
re es,
IV avec
.9) une
, moye
les nne
val de
eur 15.82
s °C.
de **IV.3.**
la **2.**
te **Poten**
mp **tiel**
éra **Hydr**
tur **ogène**
e **(pH)**
de
s Variat
dif ion
fér journ
ent alière
s du pH
éc de
ha l'eau
nti à
llo l'entr
ns ée et

à 16/12
la /2013
sor).
tie Le pH
de donne
la une
ST moye
EP nne
est de 7.4
ind avec
iqu un
ée mini
sur mum
la de
fig 7.27
ure et un
IV maxi
.10 mum
. de
Fi 7.51.
gu Il ne
re prése
IV nte
.10 pas de
: variat
Va ion
ria impor
tio tante
n (figur
jou e
rna IV.10
liè).
re D'une
du façon
pH génér
de ale, le
l'e pH
au des
à efflue
l'e nts
ntr étudié
ée s est
et relati
à veme
la nt
sor stable
tie au
de voisin
la age
ST de la
EP neutra
(pé lité
rio comm
de e
du c'est
06/ le cas
01/ pour
20 la
13 plupa
au rt des

ea [52].
ux La
us nature
ées calcai
do re de
me l'eau
sti de
qu conso
es mmat
[5 ion
0], [53]
[5 et le
1], pouvo
[5 ir
2]. tampo
Ce n des
ci eaux
s'e usées
xpl y
iqu contri
e, buent
en égale
par ment
tie, à la
par neutra
le lité du
fai pH
t [54].
qu **IV.3.**
e **3.**
les **Dema**
ind **nde**
ust **chimi**
rie **que**
s **en**
pr **oxygè**
oc **ne**
èd **(DC**
ent **O)**
à
la La
ne valeur
utr de la
ali DCO
sat est
ion une
de indica
leu tion
rs impor
rej tante,
ets avec
av laquel
ant le on
leu peut
r caract
dé ériser
ver la
se pollut
me ion
nt global

e origin
d' e,
un organ
e ique
ea ou
u minér
par ale,
de biodé
s grada
co ble ou
mp non
os [45].
és La
or figure
ga IV.11
niq montr
ue é la
s. variat
Ce ion de
tte la
me conce
sur ntrati
e on de
cor la
res dema
po nde
nd chimi
à que
un en
e oxygè
est ne
im (DCO
ati) à
on l'entr
de ée et
s à la
ma sortie
tiè de la
res STEP
ox .
yd CHA
abl Pitr
es, E IV
pré PERF
se ORM
nte ANC
s E DE
da LA
ns STAT
l'e ION
au D'EP
qu URA
ell TION
e D'AI
qu NEL
e HOU
soi TZ
t BAH
leu A
r Souad

et Fatim
BE a
NS Page
A 56
RI

0
100
200
300
400
500
600
700
800

DCO (mg/l)

Date d'analyse

entrée

sortie

norme

Figure IV.11: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

L'effluent d'entrée présente des concentrations en DCO brute très variables : de 142 à 737 mg/l avec une moyenne de 347.1 mg/l.

L'effluent de sortie présente également des concentrations en DCO variable de avril à août qui se stabilisent de septembre à décembre. Nous avons à la sortie une moyenne annuelle en DCO de 17.75 mg/l, avec un maximum de 58 et un minimum de 5 mg/l.

Le rendement d'abattement de la DCO est de 94.48%. La concentration moyenne de la DCO de l'eau clarifiée à la sortie de la Station d'Ain El Houtz est de l'ordre de 17.75 mg/l, cette teneur est largement inférieure aux normes de rejet Algérien.

IV.3.4. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) représentent l'ensemble des particules minérales et organiques insolubles, flottantes ou en suspension, contenus dans les eaux usées [55]. Elles sont en majeure partie biodégradable [56].

Selon BAUMONT et al. (2005) Ce sont des matières biodégradables pour la plupart. Les micro-organismes sont le plus souvent adsorbés à leur surface et sont ainsi « transportés » par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures. Les particules en suspension peuvent, par définition, être éliminées par décantation. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées. Toutefois, un traitement beaucoup plus poussé est généralement requis pour faire face aux risques sanitaires [57].

Les variations journalières de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées dans la figure IV.12.

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION

D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 57

0
50
100 **M** **Date**
150 **E** **d'ana**
200 **S** **lyse**
250 (**m** entrée
300 **g/** sortie
350 **l)** norme
400 0
450 100
500
200 tion
300 est de
400 l'ordr
500 e de
600 243.1
700 mg/L.
800

DBO5 La
(mg/l) conce
Date ntrati
d'anal on
yse moye
entrée nne
sortie de la
norme MES
Figure à la
IV.12 : sortie
Variati de la
on statio
journali n
ère de d'épu
la ration
concent est
ration très
des stable
matière et de
s en l'ordr
suspens e de
ion 20.6
(MES) mg/l
à (figur
l'entrée e
et à la IV.12
sortie).
de la Nous
STEP avons
(périod une
e du conce
06/01/2 ntrati
013 au on
16/12/2 moye
013). nne
La annue
valeur lle en
moyen MES
ne de la de
MES à 243.1
l'entrée mg/l à
de la l'entr
station ée de
d'épura la

STEP, et un
avec un mini
maximum
um de de 89
443 mg/l
mg/l en en
octobre mai.

A la sortie, on note une concentration moyenne annuelle de 20.6 mg/l avec un maximum de 73 mg/l en mars et un minimum de 8 mg/l en juin.

IV.3.5. La demande biologique en oxygène (DBO₅)

La figure IV.13 présente la variation journalière de la concentration de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.13 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

La DBO₅, ou demande biochimique en oxygène indique la quantité de matières organiques présentes dans les eaux usées [58]. CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 58

0	
10	
20	
30	ment
40	moye
50	n
60	annue
70	l est
NH₄⁺	de
(mg/l)	96.11
Date	%,
d'anal	corres
yse	ponda
entrée	nt à
sortie	une
norme	perfor
La	manc
valeur	e
minim	épurat
ale	oire
enregis	très
trée au	élevé
niveau	e.
de la	Cela
sortie	indiq
de la	ue
station	qu'il
d'épur	y a
ation,	une
indiqu	élimi
e que	nation
le	impor
traitem	tante
ent	de la
biologi	matiè
que	re
effectu	organ
é sur	ique.
l'eau	Les
usée	rende
est très	ments
accept	resten
able,	t plus
surtout	ou
si on	moins
consid	dans
ère que	un
la	interv
norme	alle
exige	varian
une	t entre
DBO ₅	87.59
<	% et
30mg/l	99.6
.	%.
Le	
rende	

Pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluents sur les eaux réceptrices, on effectue des tests de demande biologique en oxygène, avant et après le traitement [59].

IV.3.6. Les matières azotées

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (Norg), azote ammoniacal (ammoniac NH_3 , ion ammonium NH_4^+), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) [60]. L'évolution des NH_4^+ , NO_3^- et NO_2^- de l'eau brute et de l'effluent traité est suivant :

IV.3.6.1. L'azote ammoniacal (NH_4^+)

La figure IV.14 présente la variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.14: Variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

La figure IV.14 nous présente la variation de la concentration de l'azote ammoniacal, elle varie entre 17.73 à 62.8 mg/l à l'entrée et varie entre 0.32 à 9.67 mg/l à la sortie, avec une valeur moyenne de 2.66 mg/l.

La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH_4^+ .

0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5

NO₂- (mg/l)

Date d'analyse

entrée

sortie

norme

0

2

4

6

8

10

12

14

NO₃- (mg/l)

Date d'analyse

entrée

sortie

norme

IV.3.6.2. Nitrites (NO₂-)

Figure IV.15 : Variation journalière de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

D'après les résultats obtenus (figure IV.15) on remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.008 mg/l et 3.1 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.009 mg/l à 2.1 mg/l.

IV.3.6.3. Nitrate (NO₃-)

La figure IV.16 présente la variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.16 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 06/01/2013 au 16/12/2013).

Les valeurs des nitrates obtenues après analyses, varient entre 0.3 mg/l et 12.4 mg/l à l'entrée et de 0.3 mg/l à 9 mg/l au rejet, avec une valeur moyenne de 2.17 mg/l. on constate que

5

10

15 **T** **es**

20 (**°** **d'ana**

25 **C** **lyse**

30) entrée

35 **D** sortie

at norme

les taux de nitrates ont augmenté considérablement au niveau des eaux brutes par rapport aux eaux traitées. Nos teneurs en nitrates des eaux usées brutes et traitée sont situées dans la gamme habituelle (0-10 mg/l) des eaux destinées à l'irrigation [61].

Les teneurs en nitrate diminuent de l'amont vers l'aval de 12.4 à 0.3 mg/l, inférieurs aux normes algériennes qui sont de 10 mg/l ; les valeurs maximales sont obtenues pendant la période hivernale car les eaux sont entraînées par les fortes pluies et faibles pendant la période estivale.

IV.4. Performances de la station d'épuration de l'année 2014

Sur l'ensemble de nos prélèvements la couleur de l'eau usée entrant à la la station était marron foncée due à la charge polluante élevée de l'effluent, alors que celle de l'eau épurée était jaune claire. Cette couleur est due à la présence de MES non décantées.tandis que l'odeur de l'eau avant l'épuration est toujours désagréable, celle-ci n'a plus aucune odeur à la fin de l'épuration. Sur le plan vue-odorat, nous pouvons dire que l'épuration est acceptable.

IV.4.1. La température

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques [62]. La variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP est indiquée sur la figure IV.17.

Figure IV.17 : Variation journalière de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).

Pour nos échantillons d'eau, la température est variable selon la charge en matière organique ainsi qu'à la température externe. La prise d'échantillons d'eau usée s'effectue à l'entrée de la STEP, au déversoir d'orages et ceux d'eau épurée à la sortie, après traitement.

6
6,5
7
7,5
8
8,5
9

pH

Date d'analyse

entrée

sortie

norme

On notera aussi que la température de l'eau varie selon les mois et les saisons, et que la température de l'eau épurée ne dépasse pas les 14°C et 18°C pour l'effluent entrée.

IV.3.2. Potentiel Hydrogène (pH)

La figure IV.18 indique la variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.18 : Variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).

Les valeurs du pH des eaux usées évacuées par ces rejets varient de 7.29 (sortie) à 7.79 (entrée) ; elles sont donc relativement neutres. Comme ces valeurs sont comprises entre 7.29 et 7.45, elles sont considérées comme répondant aux valeurs limites de rejets directs dans le milieu récepteur.

Selon RODIER et al. (2005), le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans des phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température.

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Il joue un rôle important dans le processus d'épuration biologique aérobie car la biomasse a besoin d'un pH proche de la neutralité pour compléter son activité épuratrice. Il est à noter que cette épuration est possible dans une gamme de pH de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8 [42].

CHAPITRE IV
PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 62

0
50
100
150
200
250
300
350
400

DCO (mg/l)

Dates d'analyse

entrée

sortie

norme

0

50

100

150

200

250

300

350

400

MES (mg/l)

Dates d'analyse

entrée

sortie

norme

IV.4.3. Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

La figure IV.19 montrée la variation de la concentration de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure IV.19 : Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014)

La demande chimique en oxygène est utilisée pour exprimer la charge de pollution ou le substrat. De plus, c'est un paramètre qui peut être dosé rapidement. Ceci renseigne sur la quantité totale des matières organiques et minérales présentes dans le substrat.

Les teneurs en DCO enregistrées au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 279 mg/l (entrée) et 15 mg/l (sortie) en période d'hiver et entre 361 mg/l et 18 mg/l en période de printemps, avec un rendement d'abattement de la DCO est de 89.05%.

IV.4.4. Les matières en suspension (MES)

Les variations journalières de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées dans la figure IV.20.

Figure IV.20: Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).

CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA

STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 63

0
50
100
150
200
250
300
DBO5
(mg/l)

Dates
d'ana
lyse
entrée
sortie
norme

Les résultats obtenus pour les MES montrent qu'il y a une élimination très importante de ces derniers entre l'entrée et la sortie de la station. En effet, avec une teneur de 268 mg/l à l'entrée contre uniquement 24 mg/l au niveau de la sortie, avec une concentration moyenne de 268 mg/l. Ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales. Le rendement global de l'épuration pour ce paramètre atteint 91 %.

Sur la figure IV.20, on peut clairement voir l'écart qu'accuse la faible teneur en MES de l'eau en sortie avec celle de l'entrée ainsi qu'avec la norme de rejet, limitée à 30 mg/l.

Le faible taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents [63].

IV.4.5. La demande biologique en oxygène (DBO₅)

La demande biologique en oxygène (DBO₅) est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O₂)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre [64].

Figure IV.21 : Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014)

Le figure IV.21 représente la variation de la demande biologique en oxygène (DBO₅) de l'eau brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 109 et 280 mg/l. Il est à noter que ces valeurs sont élevées.

Par contre, pour l'eau épurée, la demande biologique en oxygène présente une certaine stabilité sur l'intervalle (5.5-27.4 mg/l). On remarque que les valeurs après le traitement aux boues activées sont très satisfaisantes par rapport à l'objectif de la station (norme en dessous de 30 mg/l).

L'abattement de la DBO est évalué à 91.26 %. Un ordre de grandeur qui atteste de la forte diminution de la charge polluante et par conséquent de la bonne biodégradabilité de la matière organique.

CHAPITRE IV
PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 64

0	traitement	compte
10	nécessaire. La	e, 90
20	charge organique	% de
30	de l'installation	l'azot
40	de traitement est	e est
50	la demande	élimi
60	biologique en	né des
NH₄	oxygène (DBO ₅)	eaux
+	des eaux usées	usées.
(mg/l	qui y sont	IV.4.
)	amenées [65].	6.1.
Dates	L'abattement de	Azote
d'ana	la DBO ₅ , de la	amm
lyse	DCO et de MES	oniac
entrée	nous permet	al
sortie	d'estimer le taux	(NH₄
norme	d'épuration qui	+))
La	est égal à	
conce	(%DBO ₅	La
ntrati	+%DCO+%MES	figure
on)/3=94.18%. Ce	IV.22
organ	résultat indique	représ
ique	une dépollution	ente
des	acceptable.	la
eaux	IV.4.6. L'azote	variati
usées,		on
telle	L'azote des eaux	journ
que	usées se présente	alière
mesur	surtout sous	de
ée par	forme	NH ₄ ⁺
sa	ammoniacale	à
DBO ₅	(NH ₄ ⁺). Pour	l'entr
, est	enlever la	ée et
un	pollution azotée,	à la
des	il faut un	sortie
plus	traitement	de la
impor	biologique plus	STEP
tants	long où les boues	.
critèr	activées sont	Figur
es	alternativement	e
utilisé	aérées puis	IV.22
s dans	privées	:
la	d'oxygène. Dans	Variat
conce	un premier	ion
ption	temps, les	journ
d'une	bactéries	alière
install	nitriantes vont	de
ation	oxyder	NH ₄ ⁺
de	l'ammoniaque en	à
traite	nitrate (NO ₃ ⁻)	l'entr
ment	puis des bactéries	ée et
des	dénitrifiantes	à la
eaux	prennent le relais	sortie
usées	pour réduire (en	de la
afin	absence	STEP
de	d'aération) les	(pério
déter	nitrate en azote	de du
miner	atmosphérique	03/02
le	non polluant	/2014
degré	(N ₂). Au bout du	au
de		

21/04 /2014). L'analyse du profil de l'ammonium (figure IV.22), montre que les teneurs varient entre 2.25 mg/l et 48.7 mg/l à l'entrée et entre 2.25 mg/l et 5.48 mg/l à la sortie en période de pluie et entre 31.9 mg/l et 49.3 mg/l à l'entrée et entre 5.8 mg/l et 19.6 mg/l à la

sortie en période sèche. Les valeurs d'ammonium trouvées en période humide sont nettement très inférieures à celles de la période sèche. Le rendement d'élimination de l'azote ammoniacal est compris entre 38.56% et 94.79%.

CHAPITRE IV
 PERFORMANCES DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ
 BAHA Souad et BENSARI
 Fatima Page 65

0		
0,5		Dates
1		d'ana
1,5		lyse
2		entrée
2,5		sortie
3		norme
NO2-		0
(mg/l)		2
4	Ni	/04/2
6	tri	014).
8	tes	La
1	(N	différ
0	O2	ence
1	-)	de ces
2	N	valeur
O	Fi	s
3	gu	entre
-	re	l'entr
(IV	ée et
m	.2	la
g	3 :	sortie
/l	Va	nous
)	ria	rensei
D	tio	gne
a	n	sur
t	jo	une
e	ur	légère
s	na	variat
d	liè	ion,
'	re	dont
a	de	les
n	nit	valeur
a	rit	s se
l	e à	situen
y	l'e	t entre
s	ntr	0.07
e	ée	mg/l
e	et	et 0.6
n	à	mg/l
tr	la	au
é	so	nivea
e	rti	u des
s	e	eaux
o	de	traitée
rt	la	. Les
ie	ST	valeur
n	EP	s
o	(p	signal
r	éri	ées
m	od	avant
e	e	traite
I	du	ment
V	03	varien
.	/0	t de
4	2/	0.15
.	20	mg/l à
6	14	2.53
.	au	mg/l
2	21	(figur
.		

e IV .23).

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. Sa toxicité augmente avec la température. Ils provoquent une dégradation de l'hémoglobine du sang des poissons qui ne peut plus véhiculer l'oxygène. Il en résulte la mort par asphyxie [44].

IV.4.6.3. Nitrate (NO₃-)

Figure IV.24 : Variation journalière de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014). CHAPITRE IV PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN EL HOUTZ
BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 66

0
 50
 100 **di** **Dates**
 150 **té** **d'ana**
 200 **(** **lyse**
 250 **F** entrée
 300 **T** sortie
 350 **U** norme
Tu
rbi)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitrifiantes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Cette réaction appelée nitrification s'accompagne aussi d'une consommation d'oxygène [44].

Les teneurs en nitrate diminuent de l'amont vers l'aval de 4.2 à 0.6 mg/l, inférieurs aux normes de rejet qui sont de 10 mg/l ; les valeurs maximales sont obtenues pendant la période hivernale (03/02/2014 ; 4.2 mg/l) (figure IV.24).

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates.

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l [66].

IV.4.7. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Les organismes filtrants et les phénomènes de sédimentation contrôlent de manière importante la turbidité de l'eau. Une turbidité forte peut permettre à ceux-ci de se fixer sur des particules en suspension.

La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières, soit colloïdales, soit insolubles, d'origine minérale ou organique Les résultats obtenus sont représentés dans la figure IV.25.

Figure IV.25 : Variation journalière de turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 03/02/2014 au 21/04/2014).

Les valeurs de la turbidité de l'eau se limitent dans un intervalle de valeur de 324 FTU (entrée) et de 12 FTU (sortie) au niveau de la station d'épuration.

400
600
800
1000
1200
1400
1600

Conductivité($\mu\text{s}/\text{cm}$)

Dates d'analyse

entrée

sortie

norme

La moyenne spatiale de la turbidité augmentent parallèlement avec de MES l'amont vers l'aval du rejet qui sont entraînées par les pluies abondantes elles varient de 38.5 à 228 mg/L. Les valeurs de l'aval dépassent la norme qui est de 5 FTU (figure IV.25).

La turbidité, indicateur de présence de matières particulaires, renseigne donc indirectement sur la présence de microorganismes : plus la teneur en particules de l'eau est élevée, plus il est probable de trouver des microorganismes [67].

Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Unités: 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) = 1 JTU (Jackson TU) = 1 FTU (Formazin TU). Les classes de turbidités usuelles sont montrées dans le tableau.

Tableau IV.1: les **Qualité de l'eau**

différentes classes de turbidité en fonction de la qualité visuelle de l'eau [68]. **Turbidité**

NTU

NTU < 5

eau incolore

5 < NTU < 30

eau légèrement trouble

NTU > 50

eau trouble

CONCLUSION GENERAL

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 78

Conclusion générale

Au terme de cette étude au cours de laquelle on a procédé à une évaluation de l'efficacité du traitement biologique par boues activées des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'Ain El Houtz et après le traitement biologique (eau usée traitée), la température et le pH ne varient pratiquement pas. Mais par contre on note une diminution de la conductivité électrique. Les paramètres relatifs à la pollution organique (turbidité, matières en suspension, et demande biochimique en oxygène) diminuent de façon flagrante entre les eaux usées brutes (où on enregistre les valeurs les plus élevées) et les eaux usées traitées (où on enregistre les valeurs les plus faibles).

Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal ($N-NH_3$) ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement. Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Bonne élimination de la DCO, DBO_5 et des MES avec des rendements respectifs de 89.05%, 91.26% et 91.05% ;
- Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.

Par ailleurs, le contrôle des paramètres du fonctionnement de la station a révélé que :

- La station d'épuration d'Ain El Houtz fonctionne correctement en faible charge ($C_m < 0,2 \text{ kg } DBO_5/\text{kg MVS/j}$)
- La charge volumique de la STEP a observée de légères instabilités au cours process sans toutefois dépasser la limite de $0.7 \text{ kg } DBO_5/\text{m}^3/\text{j}$;
- Les valeurs de l'âge des boues de la STEP sont dans la gamme de faible charge (âge des boues < 10 jours).

L'ensemble des résultats ainsi obtenus mettent en évidence les performances de fonctionnement de la STEP d'Ain El Houtz par le procédé "boues activée à faible charge". Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements à

CONCLUSION GENERAL

BAHA Souad et BENSARI Fatima Page 79

tous les niveaux, que ce soit pour l'élimination de la charge carbonée ou celle de la pollution azotée.

Le coefficient de biodégradabilité des effluents montre que les eaux des villes étudiées sont purement domestiques et favorable pour un traitement de type boue active.

D'une manière générale, la station d'épuration de la ville de Tlemcen est la plus performante avec des concentrations de l'effluent à la sortie très faible et d'abattement organique dépassant 90%.

BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] BAUMONT S, CAMARD J P, LEFRANC A, FRANCONI A, Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 2004, pp 220.
- [2] VAILLANT J R, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, 1974.
- [3] BOUTOUX Jean, Introduction à l'étude des eaux douces-eaux naturelles-eaux usées-eaux de boisson, Edition CEBEDOC, liège, 1983.
- [4] LARTIGES B, Déstabilisation d'une suspension de silice colloïdale par un sel d'aluminium. Relation entre les phénomènes de surface, la structure et la granulométrie des floccs, Docteur de l'INPL, Institut National Polytechnique de Lorraine, 1994.
- [5] DESJARDINS R, Le traitement des eaux, 2^{ème} édition, Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 1997, pp 303.
- [6] METAHRI Mohammed Saïd, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012, pp 172.
- [7] AOULMI Sofiane, Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W. Ain Defla), thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique, 2007.
- [8] MAYET J, La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, 2^{ème} Edition, Paris, 1994, pp 382.
- [9] RODIER Jean, L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition, DUNOD, PARIS, 1996.
- [10] RAKREK Zakaria, La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen, 2013.
- [11] PAUL JEAN, BEADRY, chimie des eaux" le griffon d'argil, 1992.
- [12] RODIER J, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^{ème} Edition DUNOD technique, Paris, 2005, pp 1008-1043.
- [13] FABY J A, BRISSAUD F, L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Office International de l'Eau, 1997, pp 76.
- [14] RODERT Thomazeau, Station d'épuration, Eaux potables-Eaux usées, Edition technique et Documentation, Paris, 1981.
- [15] GAID Abdelkader, Epuration biologique de l'eau urbaine, tome-1. Edition OPU, Alger, 1984, pp 261.
- [16] LAKHDARI Bouazza, effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz, mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen, 2011, pp 106.
- [17] DONNIER Brigitte, La pollution chimique en méditerranée, Laboratoire. C. E. R. B. O. M., Nice, France.

- [18] MARTIN G, Le problème de l'azote dans les eaux, Ed technique et documentation, Paris, 1979, pp 279.
- [19] ASSOBBHE Ali, Traitement des eaux usées domestique par biodénitrification : effet du nitrate, mémoire master, Université Chouaib Doukkali, 2013.
- [20] DEGREMONT SUEZ, Mémento technique de l'eau : Edition technique et documentation Lavoisier, 2005.
- [21] GAMARASNI M A, Utilisation agricole des boues d'origines urbaines, 1984
- [22] DUCHENE, Amélioration du traitement de l'azote des effluents Engineering Journal, 32, 1990, pp 127-134.
- [23] FAO, L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, FAO Food and Agronomique Organisation, 2003, pp 65.
- [24] KAROUNE Samira, effets des boues résiduaires sur le développement des semis du chêne liège (*Quercus suber* L.), mémoire de magistère en écologie végétale, université Mentouri Constantine, 2008, pp 244.
- [25] BONGIOVANNI J-M, Traitement des boues résiduaires par l'association en série d'une déshydratation mécanique et d'un séchage thermique, Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 1998.
- [26] HAOUATI EL HAOUAS, Etude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa, Thèse de l'école national supérieur de l'hydraulique, 2005.
- [27] MONCHY H, Mémento d'assainissement, Ed, EYROLLES, Paris, 1978.
- [28] GHOUALEM SAOULI H, Evaluation de la charge polluante, traitements biologique des eaux urbaines de la commune de Zéralda, Conception d'un pilote, Thèse de Doctorat USTHB Algérie, 2007.
- [29] <https://www.google.dz/search?hl=fr&site=imghp&tbm=> Ghardaia, le 30/05/2014 à 20:30.
- [30] DERONZIER Gaëlle, SCHETRITTE Sylvie, RACAULT Yvan, CANLER Jean-Pierre, LIENARD Alain, HEDUIT Alain, DUCHENE Philippe, Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, Document technique FNDAE n° 25, 2002.
- [31] BERLAND Jean-Marc, BOUTIN Catherine, MOLLE Pascal, COOPER Paul, FABY Jean-Antoine, DUCHENE Philippe, MAGOAROU Pascal et Jean DUCHEMIN, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, 2001.
- [32] CANLER Jean-Pierre, PERRET Jean-Marc, CHOUBERT Jean-Marc, Le traitement du carbone et de l'azote pour des stations d'épuration de type boue activée confrontées à des fortes variations de charge et à des basses températures, Document technique, FNDAE n° 34, 2007.
- [33] DEGREMONT, mémento technique de l'eau, Ed, Lavoisier, Paris, 1972.
- [34] CHACHUAT E, ROCHE N et LATIFI M A, Nouvelle approche pour la gestion optimale de l'aération des petites stations d'épuration par boues activées, L'eau, l'industrie, les nuisances – 240, 2007, pp 24-30.

- [35] SILMAN SY, PAPA Sidy TALL, Etude de réhabilitation de la station d'épuration de SALY PORTUDAL, 2002-2003.
- [36] BRAME et LEFEVRE, Effets des boues résiduelles sur le développement des semis du chêne liège, 1977.
- [37] ONA, Fiche technique de la station d'épuration STEP de Ain El Houtz de la ville de Tlemcen, 2005.
- [38] [www. google.map.com](http://www.google.map.com), 2014.
- [39] Document technique, ONA Office National d'assainissement pour la récupération et l'élimination des déchets, Laboratoire ONA– STEP -Tlemcen jour d'exploitation, 2014.
- [40] TELLI SIDI MOHAMED, Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire de master en Génie énergétique et environnement, UNIVERSITE TLEMCCEN, 19/09/2013, pp 174.
- [41] GUERMOUDI Samir et KADDOUR Zakaria, Caractérisations des eaux usées traités par la station d'épuration d'AIN EL HOUTZ. Identification préliminaire de quelque bactérie responsable de dysfonctionnement, mémoire d'ingénieur d'état en biologie, UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID – TLEMCCEN, 03/09/2010.
- [42] GAID A E, Traitement des eaux usées urbaines, Paris, Techniques de l'ingénieur, 1993, pp 28.
- [43] FRANCK R, Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques, Edition Scérén CRDP AQUITAINE, Bordeaux, 2002, pp 165-239.
- [44] SEVRIN-REYSSAC J, DE LA NOÛE J, PROULX D, Le recyclage du lisier de porc par lagunage, Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1995, pp118.
- [45] BLIEFERT C, PERRAUD R, Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck, 2001, pp 317 à 477.
- [46] NISBET M, VERNEAUX J, Composants chimiques des eaux courantes. Anales de limnologie, 6 fasc, 1970, pp161-190.
- [47] CHAPMAN D; KIMSTACH V, Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment, 1996.
- [48] CHOCAT B, Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement, Edition Techniques et documentations, Paris, 1997, pp1124.
- [49] Ministère de l'environnement du Maroc, 2002, *Normes marocaines*, Bulletin officiel du Maroc, N° 5062 du 30 ramadan 1423. Rabat.
- [50] Ouazzani N, Lagunage expérimental sous climat aride. Variations des paramètres physico chimiques. Thèse de 3ème cycle. Faculté des Sciences de Marrakech (Maroc), 1987 pp181.
- [51] El Halouani H, Lagunage à haut rendement : caractérisation physicochimique de l'écosystème. Etude de son aptitude à l'élimination de l'azote et du phosphore dans l'épuration des eaux usées. Doctorat de l'université de Montpellier (France), 1990, pp154.

- [52] Hassoune M; Bouzidi A; Koulali Y; Hadarbach D, Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Science de la vie, 2006, pp 28:61-71.
- [53] ZOUITA N, Etude de la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher (Nord-Est Algérien), Mémoire de Magister en Hydraulique, Université de Batna, 2002, pp97.
- [54] Khelif Safia, Etude de l'effet des effluents urbains sur le sol cultivé en zone semi-aride, Mémoire de Magister en Gestion des ressources naturelles et environnement, UNIVERSITE HADJ LAKHDAR BATNA, 2009-2010, pp103.
- [55] CORNAZ S, Evaluation du statut trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origines diffuses et ponctuelles : cas du Grand Canal de la basse plaine du Rhône, Mémoire de licence, Université de Lausanne, Suisse, 2004, pp180.
- [56] Faby J A, L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Document Technique, FNDAE, Hors-série n° 11, 2003, pp30.
- [57] BELAID N, Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, Thèse Doctorat de l'Université de Sfax, 2010, pp 1- 39.
- [58] XANTHOULIS D, Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires, Tribune de l'eau n° :563/3, Ed, CEBEDOC, 1993, pp: 27-32.
- [59] GAUJOUS D, La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1995, pp 220.
- [60] KOLLER E, Traitement des pollutions industrielles. Eau-air-déchêts -sols- boues, Prais, Dunod, 2004, pp 424.
- [61] DJEDDI Hamsa, Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, mémoire de magistère en Ecologie et Environnement Université Mentouri Constantine, 2006/2007, pp 157.
- [62] LEYNAUD G, Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 1968, pp 224-881.
- [63] HAZOURLI S, BOUDIBA L, ZIATI M, Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba, Larhyss Journal, ISSN 1112- 3680, n° 06, 2007, pp. 45-55.
- [64] GOMELLA G et GUERREE H, les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, tome (2) le traitement EDITIO EYROLLES, PARIS, 1978, pp 277
- [65] GAUJOUS D, La pollution des milieux aquatiques ; aide mémoire. Ed. Techniques et documentations, Lavoisier, Paris, 1995, 220p.
- [66] UNEP/MAP/MEDPOL, Guidelines on environmental inspection systems for Mediterranean region, MAP technical reports series N° 149, 2004.

- [67] CANADA Santé. La turbidité. Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 1995, Accessible à http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/rqepdoc_appui/rqep.htm.
- [68] IANOR, Qualité de l'eau: détermination de la turbidité, NA 746, Alger: IANOR, 2006, pp10.
- [69] BREMOND et VUICHARD, Les paramètres de la qualité de l'eau, Ed. La documentation française, Paris, 1973, pp173.
- [70] RODIER J, Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, Ed, Dunod Bordas, Paris, 7^{eme} éd, 1984, 1365p.
- [71] MEINCK F, STOOFF H et KOHLSCHÜTTER H, Les eaux résiduaires industrielles, 2^{eme} Ed Masson, Paris, 1977, pp863.
- [72] TSANG Y F, CHUA H, SIN S N ET TAM C Y, A novel technology for bulking control in biological wastewater treatment plant for pulp and paper making industry, Biochemical Engineering Journal, 32, 127-134, 2006.
- [73] CANLER Jean-Pierre, Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration: origines et solutions, Document technique FNDAE n° 33, 2005, le site <http://www.eau.fndae.fr>.
- [74] Satin M et Selmi B, Guide technique de l'assainissement, Edition le Moniteur Paris, 1999.
- [75] TEKFI Karima, Etude des performances épuratoires d'une station d'épuration à boues activées, mémoire de PFE DEUA hydraulique, université de Tlemcen, 2006.