



République Algérienne Démocratique

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique



Faculté de technologie

Département de l'hydraulique



Projet de Fin d'Etude

DIPLOME DE MASTER

Spécialité : Hydraulique

Option : Technologie et Traitement des Eau

Thème

L'ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA STEP DE
SIDI BEL ABBES PAR LE PRINCIPE A BOUES
ACTIVEES

Présenté par :

✚ Mr : AHMED BRAHIM Derar

✚ Mr: TALEB Ilyes

Soutenu devant les membres des jurys :

Mr. CHRIF.Z.A

Président

Mr. CHIBOUB FELAH .A

EXAMINATEUR

Mlle. FANDI WASSILA

EXAMINATRICE

Mr. BENTALHA CHAKIB

ENCADREUR

Année Universitaire 2013/2014



République Algérienne Démocratique

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique



Faculté de technologie

Département de l'hydraulique



Projet de Fin d'Etude

DIPLOME DE MASTER

Spécialité : Hydraulique

Option : Technologie et Traitement des Eau

Thème

L'ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA STEP DE
SIDI BEL ABBES PAR LE PRINCIPE A BOUES
ACTIVEES

Présenté par :

✚ Mr : AHMED BRAHIM Derar

✚ Mr: TALEB Ilyes

Soutenu devant les membres des jurys :

Mr. CHRIF.Z.A

Président

Mr. CHIBOUB FELAH .A

EXAMINATEUR

Mlle. FANDI WASSILA

EXAMINATRICE

Mr. BENTALHA CHAKIB

ENCADREUR

Année Universitaire 2013/2014

DEDICACE

A mes parents ,

A toute ma famille proche et lointaine,

A mes très chers frères et sœurs : Nourimene,

Badro, Oussama, Hafid.

A mes très chers amis: Khaled , Sid Ahmed , Hichem , Zaki ,

AbdNeh , Samad Toufik , Nadir , Wail , Sofiane , Abdhak ,

Sofiane , Imed , Karim , Boumediane , BouBou , Reda ,

Anis , Adel , Feteh , Mohamed , salah dine , Hassen , anes .

A tous mes amis de l'université : Assia, Houria, wafae , amina

, Rachida, Ismahane, Abdelkarim, Nadjib, Oussama, Abdou ,

Fethalah , Abdrazakhachmi , Ilyes .

A tous ceux qui ont contribué à faire ce travail.

AB. derar

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail:

A mes chers parents.

Pour leur amour et leurs sacrifices.

A mes chers frères omar, yassine et hichem ;

A mon adorable sœur hanaa ;

Sans oublier mes très chers amis : dérar, Réda , saidi

,Hamid. abdou

*Ainsi que tous les Camarades de ma promotion d'hydraulique
année 2003-2014*

T. Ilyes

Remerciement

Le présent travail a été réalisé au Département d'Hydraulique de la Faculté de technologie de l'Université Abou BakrBelkaid de TLEMCEM.

Nous remercions Dieu, le tout puissant pour la volonté, la patience et le courage qu'il nous a accordés pour mener à terme ce travail.

*Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à **Mr BENTALHA CHAKIB** enseignant à l'université de TLEMCEM, , pour avoir accepté de nous encadrer, pour son attention discrète, ses recommandations mesurées et ses précieux Conseils et surtout pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute Modestie, sa passion du métier qu'il sait rendre contagieuse et la confiance qu'il a Bien voulu nous accorder tout au long de ce travail.*

Nous voudrions ensuite remercier tous les membres du jury qui vont juger ce modeste travail et nous faire profiter de leurs connaissances et remarques constructives :

***Mr ZEA. CHERIF** qui nous a fait l'honneur de présider le jury.*

***Mr A. CHIBOUB FELLAH** et **Mlle FANDI WASSILA** qui ont spontanément accepté d'examiner ce travail. Leurs critiques et commentaires seront bénéfique pour enrichir nos connaissances dans ce domaine.*

*Nous remercions **Mr Tefritabelkrim** de nous avoir beaucoup aidés à la réalisation de ce modeste travail.*

Nos sincères remerciements à tous les responsables et agents de l'ONA DE SIDI BELABBES qui nous ont beaucoup aidés au cours des expériences.

Tous nos remerciements et notre estime vont à tous les enseignants du département d'Hydraulique.

Enfin, nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales).....	13
Tableau I.2 : Les procédés sont classés en trois catégories différentes suivant leurs valeurs des charges volumique et massique.....	20
Tableau I.3 : Les opérations de traitement des boues et leurs objectifs.....	24
Tableau III-1 : l'appareillage du laboratoire et son utilité.....	49
Tableau IV-1 : Les différentes classes de turbidité en fonction de la qualité visuelle de l'eau.....	65
Tableau IV-2 : définit les différents domaines des charges massique.....	76
Tableau IV-3 : différents domaines des charges volumique.....	78
Tableau IV-4 : Valeurs seuil de l'indice de boue.....	79
Tableau IV-5 : Valeurs communément admises pour les charges massiques traditionnelles.....	82

Liste des Abréviations

CE : Conductivité Electrique.
C_m: La charge massique exprime en kg DBO₅ / kg MVS.j.
CO₂: gaz de carbone.
COT : Carbone total organique.
C_v : La charge volumique exprimé en kg O₂ .m⁻³.j⁻¹.
DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.
DCO : Demande Chimique en Oxygène.
EH : l'équivalent habitant.
H₂O : eau.
Im : Indice de Mohlman.
K: la biodégradabilité.
MCE : Mettre Colonne d'Eau.
MES : Matière En Suspension.
MMS : matière minérales sèche (mg/l).
MO: matière organique.
MP : matière phosphorées.
MVS : matière volatile en suspension (mg/l).
N_{org}: Azote organique.
NH₄⁺: l'azote ammoniacal.
NH₃: ammoniac.
NO₂⁻: nitrites.
NO₃⁻: nitrates.
O₂ : oxygène dissouts.
ONA : Office National d'Assainissement.
pH : potentiel Hydrogène.
PO₄⁻³: orthophosphates.
STEP: Station d'Epuration.
T : Température.
Ts : temps de séjour (h).
V: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation.
V_{BA} : volume de bassin d'aération (m³).
Q_j : le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j⁻¹).
C° : Degré Celsius
H : Heure
N° : Numéro
Mn : Minute
% : Pourcentage
NTU: Unité de Turbidité Néphélométrique
. **cm** : Centimètre
Mm : Millimètre
. **m3** : Mètre cube
. **m2** : Mètre carré
. **g** : Gramme
. **ml** : Millilitre

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Système unitaire.....	7
Figure I.2 : Système séparatif	7
Figure I.3 : Disques biologiques	16
Figure I.4: Lit bactérien avec garnissage traditionnel	16.
Figure I.5 : Une station d'épuration d'eau par lagunage de Ghardaïa	18
Figure I.6: Schéma de la filière boues activées	19
Figure I.7: Les différentes étapes de l'élimination de l'azote	22
Figure II -2: Vue de la Station d'épuration de Rochet (Sidi Bel Abbès).....	27
Figure IV-1 Variation journalière du Potentiel Hydrogène (PH).....	64
Figure IV-2 Variation journalière de la Turbidité.....	65
Figure IV-3 Variation journalière de la Conductivité.....	66
Figure IV-4 Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES).....	67
Figure IV-5 Variation journalière de la Demande chimique en Oxygène (DCO)	68
Figure IV-6 Variation journalière de la Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	69
Figure IV-7 Variation journalière de la température (eau).....	70
Figure IV-8 Variation journalière de L'oxygène dissous (O ₂)	71
Figure IV-9 Variation journalière de Nitrites (NO ₂ ⁻).....	72
Figure IV-10 Variation journalière de Nitrate (NO ₃ ⁻).....	73
Figure IV-11 Variation journalière de phosphates (PO ₄ ⁻³).....	74
Figure IV-12 Variation journalière de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	75
Figure IV -13 Variation de la Charge massique (C _m) dans le bassin d'aération de la STEP.....	76
Figure IV -14 Variation de la Charge volumique (C _v) dans le bassin d'aération de la STEP.....	77
Figure IV 15 Variation de l'Indice des boues (IB) dans le bassin d'aération de la STEP.....	78
Figure IV-16 Variation de la Matière volatil en suspension (MVS) dans le bassin d'aération de la STEP.....	79
Figure IV-17 Variation du Temps des séjours dans le bassin d'aération de la STEP.....	80
Figure IV-18 Variation de l'âge des boues STEP.....	81
Figure IV-19 Variation de biodégradabilité de l'eau de la STEP.....	82

LISTE DES PHOTOS

Photo II-1 : L'entrée de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes.....	26
Photo II-3 : Déversoir d'orage.....	27
Photo II - 4 : Le relevage.....	28
Photo II -5 : Dé grilleur.....	30
Photo II -6 : Manuelle De By-pass.....	30
Photo II-7 : Grille fine mécanisée.....	31
Photo II -8 : Le dégraissage-déshuilage.....	33
Photo II -9 : Décanteur primaire	34
Photo II -10 : Décanteur primaire	34
Photo II -11 : Canal vers bassin d'aération.....	35
Photo II -12 : Bassin d'aération.....	36
Photo II -13 : bassin de stabilisation	37
Photo II -14 : Décanteur secondaire.....	38
Photo II -16 : Décanteur secondaire.....	39
Photo II-17 : Vis de recirculation.....	39
Photo II -18 : Bassin de chloration.....	40
Photo II -19 : Bassin de chloration.....	41
Photo II -20 : épaissement des boues	42
Photo II -21 : Lits de séchage.....	42
Photo II -22 : Lits de séchage.....	43
Photo III -1 : Le laboratoire de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes.....	50
Photo III -2: PH mètre portatif.....	51
Photo III -3 : un oxymètre paillasse.....	52
Photo III-3: Turbidité-mètre.....	52
Photo III -4 : Conductivité-mètre.....	53
Photo III -5 : Salinimètre portatif.....	53
Photo III -6 : Appareil de filtration sous vide.....	55
Photo III -7 : Réactif à D.C.O.....	58
Photo III -8: Thermoréacteur DCO.....	58
Photo III -9: Bouteille spéciales DBO.....	59
Photo III -10: Enceinte DBO.....	60

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 Sidi Bel Abbès.

L'objectif de cette étude est de mesurer, pendant une période déterminée, les charges polluantes reçues et rejetées par la station d'épuration de Sidi Bel Abbès, pour en évaluer son efficacité. Le contrôle de la station comportera le suivi de l'ensemble des paramètres (MES, DBO, DCO, PH, ...) permettant de justifier le bon fonctionnement des installations et leur fiabilité.

Mots clés : Station d'épuration, Eaux usées, Sidi Bel Abbès, Boues activées, performances.

Abstract

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

The culture of water purification in Algeria still new, it is governed by the National Office 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 Sidi Bel Abbès region.

The aim of this study is to measure, during a determined period, the received polluting loads and rejected by Sidi Bel Abbès water purification plant (active sludge) in order to evaluate its efficacy for the removal of pollution. The control of the plant will include the following parameter (Suspended matters, DBO, DCO, PH...) permitting to justify the good working of this plant. The setting up of this plant

Key words: purification plant, wastewaters, Sidi Bel Abbès, activated sludge, performances.

المخلص

المحافظة على موارد المياه هي من بين المشاكل الرئيسية التي تؤثر على بيئتنا. لهذا اقترح العديد من الدول طريقة معالجة مياه الصرف الصحي (المحلية و / أو الصناعية) وإعادة استخدامها من أجل الحفاظ على هذه الثروة.

تقنية معالجة المياه في الجزائر لا تزال جديدة، والمسؤول على متابعة هذه التقنية هو الديوان الوطني للتطهير (ONA)، الذي انشأ في عام 2001 تحت إشراف وزارة الموارد المائية، و يدير عدة محطات.

تشمل دراستنا العديد من التحاليل الفيزيائية والكيميائية أجريت في معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة الحمأة المنشطة في المنطقة سيدي بلعباس.

الهدف من هذه الدراسة هو قياس. و ذلك خلال فترة محددة نسبة المواد الملوثة الواردة لمحطة معالجة المياه لولاية سيدي بلعباس و الناتجة عنها. و ذلك لتقييم مدى كفاءتها.

التحكم في المحطة يشمل مراقبة العديد من العوامل (درجة الحموضة، ل.س. د ب أ....) ليكون للتجهيزات عطاء أحسن

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، سيدي بلعباس، والأداء الحمأة المنشطة.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et leurs traitements

<u>Introduction</u>	5
<u>Définition</u> des eaux usées	5
<u>Origine</u> des eaux usées	5
<u>Les eaux usées domestiques</u>	5
<u>Les eaux de ruissellement</u>	5
Les eaux usées industrielles.....	5
Les eaux usées urbaines.....	6
Les effluents agricoles	6
Systèmes d'assainissement.....	6
Réseau unitaire	6
Réseau séparatif	7
<u>La pollution des eaux</u>	8
<u>Pollution minérale</u>	8
Pollution microbienne.....	8
<u>Pollution chimique</u>	8
<u>Pollution physique</u>	8
<u>Pollution par le phosphore</u>	8
<u>Pollution par l'azote</u>	8
Les paramètres de pollution	9
<u>Les paramètres organoleptique</u>	9
<u>La couleur et odeur</u>	9
<u>La turbidité</u>	9
<u>Les paramètres physiques</u>	9
La température	9
<u>Les matières en suspension (MES)</u>	9
Les matières volatiles en suspension (MVS)	9
Les matières minérales sèches (MMS)	9
Les matières décantables et non décantables.....	10
<u>Les paramètres chimiques</u>	10
Le potentiel d'Hydrogène (pH)	10
Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours(DBO ₅)	10
La demande chimique en oxygène (DCO)	10
La biodégradabilité (K)	11
Carbone total organique (COT)	11
L'azote	12
Le phosphore	12
La conductivité électrique (CE)	12
L'équivalent habitant (EH)	12
Les normes algériennes de rejet d'effluents	12
PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES	13
Introduction.....	13

Le prétraitement.....	14
Le dégrillage	14
Le dessablage.....	14
Le déshuilage-dégraissage	14
Le traitement primaire	15
La décantation simple	15
Le traitement secondaire ou traitement biologiques.....	15
Les procédés à cultures fixées (lits bactériens et disques biologiques).....	15
Disques biologiques.....	15
Lits bactériens	16
Les procédés à culture libres.....	17
Lagunage.....	17
Les boues activées	18
Avantages et inconvénients	19
Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées.....	19
Charge volumique (C_v)	19
Charge massique (C_m)	20
Indice de boue.....	20
Décantation secondaire	20
Traitement de tertiaires	21
L'élimination de l'azote.....	21
L'élimination du phosphore	23
Traitement de l'odeur	23
La désinfection.....	23
Traitement des boues	23
Définition.....	23
Objectifs.....	23
Système de traitement des boues	24

I.2.8. Conclusion

Chapitre II : DESCRIPTION DE LA STEP DE SIDI BELABBES

II.1. Introduction	26
II.2. Localisation géographique.....	26
II.4. Les étapes de traitement des eaux usées.....	27
II.3.1. Déversoir d'orage.....	27
II.3.2. Le relevage.....	28
II.3.3. Les prétraitements	29
II.3.3.1. Le dégrillage.....	29
II.3.3.1.1. Grille grossière à nettoyage manuel.....	29
II.3.3.1.2. Grille fine mécanisée (2unités)	29
II.3.3.1.3. Grille manuelle De By-pass (1unité)	29
II.3.3.2. Le dessablage.....	32

II.3.3.3. Le dégraissage-déshuilage.....	32
II.3.4. Le traitement primaire.....	33
II.3.5. Le traitement biologique.....	34
II.3.5.1. Traitement des eaux : bassin d'aération.....	35
II.3.5.2. Traitement des boues : bassin de stabilisation	36
II.3.5.3. Fonctionnement au niveau des bassins	37
II.4. Traitement secondaire ou clarification des eaux	37
II.5. le poste de pompage des boues.....	39
II.6. La chloration: (au niveau du bassin de chloration)	40
II.7. épaissement des boues : Consiste a éliminé l'excès d'eau	41
II.8. Déshydratation naturelle des boues (24 lits de séchage)	42
II.9. Principaux incidents et remèdes dans le fonctionnement d'une station d'épuration	44
II.10. conclusion.....	47

Chapitre III : MATÉRIEL ET MÉTHODE

III.1. Introduction.....	49
III.2. Le prélèvement.....	50
III.3. Les analyses quotidiennes des eaux.....	51
III.3.1. PH et température.....	51
III.3.2. L'oxygène dissous.....	51
III.3.3. La turbidité.....	52
III.3.4. La conductivité.....	53
III.3.5. La salinité.....	53
III.3.6. L'indice de Mohlman.....	54
III.3.7. Détermination des matières en suspensions.....	54
III.4. Les analyses quotidiennes des boues.....	55
III.4.1. Détermination de la matière sèche.....	55
III.4.2. Détermination des matières volatiles sèche(MVS).....	55
III.5. Les analyses hebdomadaires des eaux.....	56
III.5.1. Dosage du nitrate (NO ₃ -).....	56
III.5.2. Dosage du nitrite (NO ₂ -).....	56
III.5.3. Dosage de l'ammonium (NH ₄ ⁺).....	56
III.5.4. Le dosage du phosphate.....	57
III.5.5. Détermination de la DCO « demande chimique d'oxygène ».....	57
III.5.6. La détermination de la DBO ₅ «demande biochimique d'oxygène de 5jours ».....	59
III.6. Les analyses mensuelles.....	60
III.6.1. La siccité des boues.....	60

Chapitre VI : PERFORMANCE DE LA STATION D'EPURATION DE SIDI BEL ABBES

IV.1. Introduction.....	63
IV.2. Performance de la Station d'épuration.....	63

IV.2.1. Potentiel Hydrogène (PH).....	63
IV.2.2. Turbidité.....	64
IV.2.3. Conductivité.....	66
IV.2.4. Les matières en suspension (MES).....	67
IV.2.5. Demande chimique en Oxygène (DCO).....	68
IV.2.6. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	69
IV.2.7. La température (eau).....	70
IV.2.8. L'oxygène dissous (O ₂).....	71
IV.2.9. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	72
IV.2.10. Nitrate (NO ₃ ⁻).....	73
IV.2.11. phosphates (PO ₄ ⁻³).....	74
IV.2.12. Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	75
IV.3. Paramètres de fonctionnement du process.....	75
IV.3.1. Charge massique (C _m).....	75
IV.3.2. Charge volumique (C _v).....	77
IV.3.3. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM).....	78
IV.3.4. Matière volatile suspension (MVS).....	79
IV.3.5. Temps des séjours.....	80
IV.3.6. Âge des boues.....	81
IV.3.7. La biodégradabilité K.....	81
IV.3.8. Conclusion.....	83
Conclusion générale.....	84

Bibliographique

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'eau 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.

Le traitement des eaux usées est de nos jours une composante essentielle de notre société. En effet, les stations d'épuration qui devaient autrefois traiter les eaux domestiques répondant ainsi à un besoin immédiat doivent désormais faire face à des problématiques plus poussées.

Les normes se sont peu à peu durcies et des concentrations de certains paramètres de pollution à ne pas dépasser lors de rejets dans le milieu naturel ont été fixées.

Pour réduire cette pollution on réalise des 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[1]

En ce qui concerne la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi la station d'épuration de Sidi bel Abbès 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 Sidi bel Abbès 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 de Sidi bel Abbès.

INTRODUCTION GENERALE

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.

Enfin ; ce travail sera ponctué par une conclusion dans la quelle nous exposerons une synthèse générale sur le sujet.

CHAPITRE I

Généralités sur les eaux usées et leurs traitement

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 trois 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].

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 sorte 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 toute 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 terre cultivées chargés 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'évènements 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].

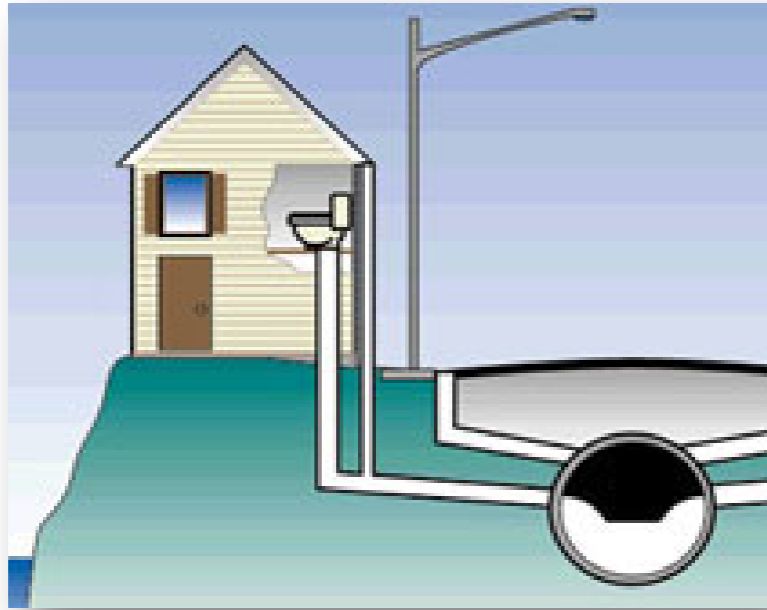


Figure I.1 : Système unitaire [7].

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].

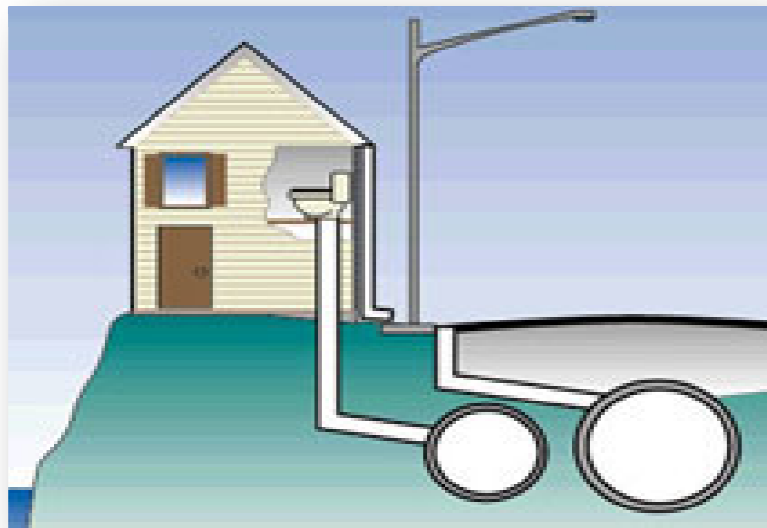


Figure I.2 : Système séparatif [7].

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 :

Résultat de la présence dans l'eau des particules ou des 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 :

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.1.6.1.2. 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].

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 (2heurs) 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.1.6.3. 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.

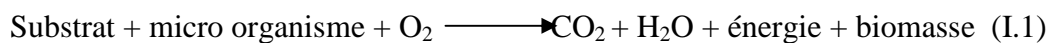
Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H^+ , il joue un rôle important dans :

- 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(DBO_5) :

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 préalablement ensemencé, 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 DBO_5 . Elle se résume à réaction chimique suivante :

**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 DBO_5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3 \quad (I.2)$$

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 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). La 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 $\mu\text{Sm/cm}$, 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). [6]

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
pH	-	5.5 à 8.5
MES	mg/l	30
DBO ₅	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
Manganèse	mg/l	1
Mercure	mg/l	0.01
Nickel	mg/l	5
Cuivre	mg/l	3
Zinc	mg/l	5
Huile et graisses	mg/l	20
Solvants organique	mg/l	20
Détergents	mg/l	2

I.2. Procèdes d'épuration des eaux usées :

I.2.1. Introduction :

L'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs. Dans une STEP l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous les prétraitements suivis des traitements primaires puis les traitements secondaires et enfin les traitements tertiaire.

Une station d'épuration comporte généralement un phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES. Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation.

I.2.2. Le prétraitement :

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opération, uniquement physique ou mécanique.

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage)[5].

I.2.2.1. Le dégrillage :

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution.

Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères [20].

I.2.2.2. Le dessablage :

Après le dégrillage, il reste encore dans l'eau des fragments solides qui peuvent décanter facilement, mais dont la dureté et la taille relativement importante, supérieure à 0.2mm de diamètre, pourrait conduire à l'abrasion de certains éléments de la station et particulièrement les pompes, on élimine ces matériaux dans de petits bassins rectangulaire ou circulaire, une partie du sable est recyclé après lavage.

Les dessaleurs sont curés périodiquement et les matières solides sont généralement mélangées aux boues [21].

I.2.2.3. Le déshuilage-dégraissage :

Les eaux usées urbaines contiennent souvent des matières flottantes qui passent à travers les grilles (huiles, hydrocarbures, débris des graisse, fragments de matière plastique...), les huiles et les hydrocarbures forment une couche mince en surface et gênant ainsi le processus d'aération. Dans le cas des boues activées, quant aux matières flottantes solides elles risquent de former des bouchons qui pourraient obstruer des canaux ou des orifices dans la station, il est donc nécessaire de piéger ces substances au niveau du prétraitement par un dispositif d'écémage, comme pour les refus de grilles, les résidus de déshuilage ne doivent être mélangés aux boues que s'il est prévu une incinération [22].

I.2.3. Le traitement primaire :

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants [23]. Les procédés de traitement primaire sont physiques (par exemple, décantation plus au moins poussée) ou éventuellement physico-chimiques, et produisent des boues primaires[2].

I.2.3.1. La décantation simple :

Elle permet une séparation de deux phases, liquide- solide ou liquide -liquide, par simple gravité, elle dépend à la fin des propriétés des particules et du régime hydraulique [14].

Dans la plupart des stations d'épuration on effectue deux décantations, l'une sur les eaux usées du prétraitement, l'autre après le traitement biologique, les boues formées contiennent une forte proportion de matière organique (20 à 30%de matière sèche), des matières grasses (6 à 8 %) et de la cellulose (8 à 15%)[24].

I.2.4. Le traitement secondaire ou traitement biologiques :

Le traitement secondaire est un traitement purement biologique des eaux usées et a pour objet de réduire la teneur en matière organique présentes dans ces eaux et leur dégradation biologique par les

micro-organiques [25]. Parmi les divers micro-organismes responsables de la dégradation on trouve les bactéries aérobies et les bactéries anaérobies.

Cependant la vitesse de la dégradation des matières organiques est plus élevée au milieu aérobie, pour ce fait, les installations d'épuration biologique fonctionnent généralement en présence d'oxygène.

I.2.4.1. Les procédés à cultures fixées (lits bactériens et disques biologiques) :

Dans les procédés à cultures fixées, aussi appelés biofiltrations, on utilise la capacité qu'ont la plupart des microorganismes à produire des exopolymères et permettant ainsi leur fixation sur des supports très divers pour former un biofilm. Leur croissance est assurée sous condition aérobie et anaérobie [20].

I.2.4.1.1. Disques biologiques :

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.



Figure I.3 :Disques biologiques[26].

I.2.4.1.2. Lits bactériens :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO₅[15].

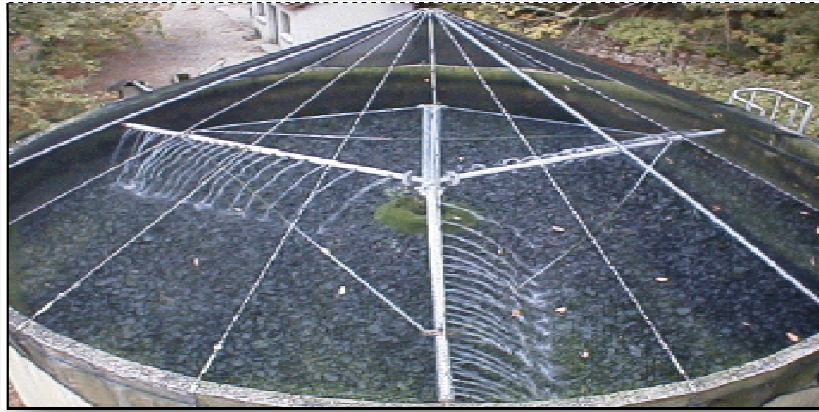


Figure I.4: Lit bactérien avec garnissage traditionnel [27].

I.2.4.2. Les procédés à culture libres :

Dans les procédés à cultures libres, les bactéries se développent sous forme de floccs dispersés au sein du liquide à traiter. L'ensemble est brassé afin de maintenir la culture en suspension.

Il existe deux procédés à cultures libres différents : le traitement par boues activées et le lagunage.

I.2.4.2.1. Lagunage :

Le lagunage est un système biologique d'épuration extensive, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique. La matière polluante, soustraite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux.

On distingue principalement deux types de lagunage :

- ◆ Le lagunage naturel ;
- ◆ Le lagunage aéré.

Le lagunage naturel est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et des bactéries aérobies et anaérobies.

Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques.

Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons.

Dans le lagunage aéré, un support supplémentaire de l'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage de surface grâce à des aérateurs mécaniques[27].

Il consiste, à retenir les effluents dans des bassins pendant une période plus ou moins longue au cours de laquelle les organismes présents permettent d'éliminer 20 à 60 Kg de DBO₅/hectare j [28].



Figure I.5 : Une station d'épuration d'eau par lagunage de Ghardaïa [29].

I.2.4.2.2. Les boues activées :

Les boues activées sont utilisées comme épuration biologique dans le traitement des eaux usées. La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes floculants, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension.

L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins des bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire.

Il existe de nombreux systèmes différents pour l'aération dans le procédé à boues activées. Le choix dépend de la composition de l'eau résiduaire, ainsi que des conditions de construction et d'exploitation de l'installation au point de vue technique et économique. Les trois modes essentiels sont : pneumatique (aération sous pression), mécanique (uniquement aération de surface) et aération combinée [30].

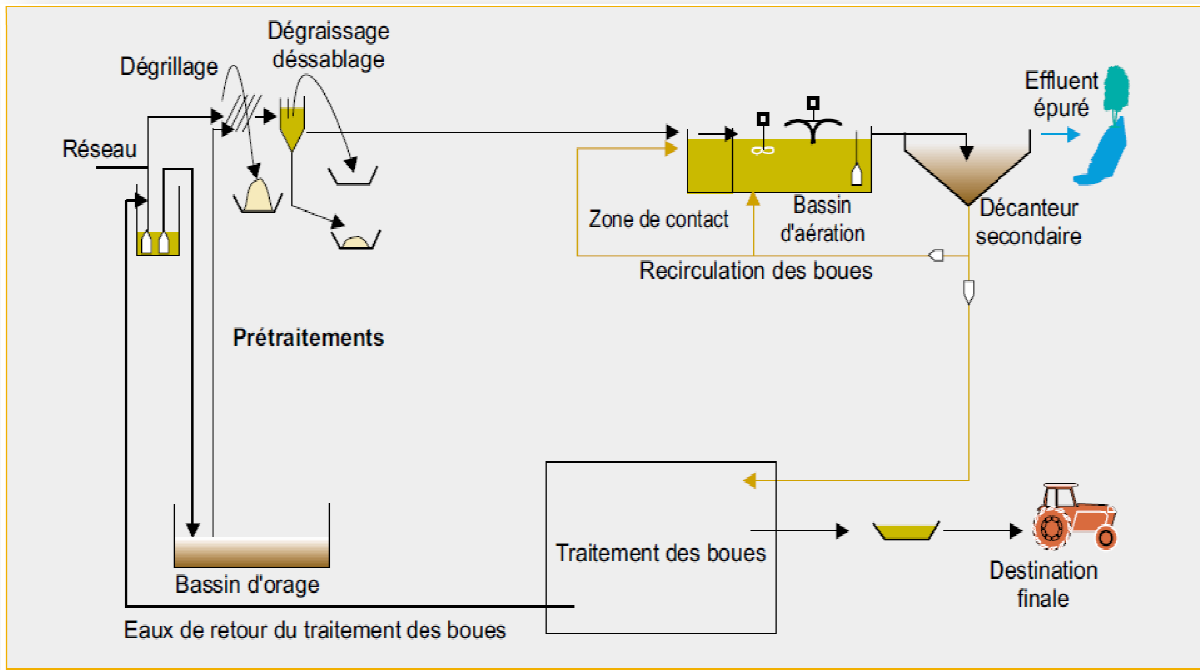


Figure I.6: Schéma de la filière boues activées[30].

I.2.4.2.2.1. Avantages et inconvénients[31] :

◆ Les Avantages :

- adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;
- bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification) ;
- adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles.

◆ Les inconvénients :

- coûts d'investissement assez importants ;
- consommation énergétique importante ;
- forte production de boues qu'il faut concentrer ;
- nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.

I.2.4.2.2.2. Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées :

a) Charge volumique (C_v)[32] :

Elle correspond à la quantité journalière de DBO₅ (en kg/j) à dégrader dans le volume V (m³) de l'ouvrage. Elle s'exprime en kg DBO₅ / (j · m³).

$$C_v = \frac{Q * DBO_5}{V} \quad (I.4)$$

Q: le débit journalier d'eau brute à traiter ($\text{m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$);

DBO₅: la Demande Biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO_2/m^3);

V : le volume du réacteur (m^3).

b) Charge massique (C_m)[32] :

Appelée également charge de boues, elle correspond au rapport entre la charge volumique et la concentration en biomasse dans le réacteur. Son expression est :

$$C_m = \frac{C_v}{MVS} = \frac{Q * DBO_5}{V * MVS} \quad (1.5)$$

Tableau I.2: Les procédés sont classés en trois catégories différentes suivant leurs valeurs des charges volumique et massique[32].

Classe du procédé	Charge volumique $C_v(\text{kgDBO}_5/\text{m}^3/\text{j})$	Charge massique $C_m(\text{kgDBO}_5/\text{kg MVS}/\text{j})$
Aération prolongée	< 0,36	< 0,1
Faible charge	0,36 - 0,7	0,1 - 0,2
Moyenne charge	0,7 - 1,7	0,2 - 0,5
Forte charge	>1,7	> 0,5

c) Indice de boue[32] :

Il représente la décantabilité de la boue formée par la biofloculation dans le bassin biologique, il représente le volume occupé par une unité de biomasse de boue après 30 min de décantation en éprouvette d'un échantillon d'un litre.

$$I_b = V/M \quad (1.6)$$

V : volume de boue décanté en trente minutes (en l. l⁻¹);

M : concentration des matières en suspension dans l'éprouvette (en g.l⁻¹).

d) Besoins en oxygène :

A fin de garantir aux micro-organismes des conditions satisfaisantes de croissance tout en assurant un fonctionnement normal; il faudrait maintenir la concentration en oxygène dans le bassin d'aération supérieur à 0.5 et 2 mg/l en tout temps et quelque soit la charge [33].

I.2.5. Décantation secondaire :

Les performances de l'épuration biologique résultent de l'action d'aération et de clarification qui, sur le plan technique, forment une seule unité. La liqueur mixte maintenue en suspension dans le bassin d'aération, passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée. L'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin et d'une jupe de répartition. Le floc se sépare dans l'eau interstitielle et se dépose sur le radier de l'ouvrage de clarification, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par surverse dans une rigole périphérique. Le bassin de décantation de 6m de

diamètre, est équipé d'un pont racleur muni de racleur de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues, d'où ces dernières seront reprises par l'intermédiaire de tuyauteries vers la station de pompage, et d'un racleur de surface pour élimination des flottants. Les performances de l'épuration biologique résultent de l'action d'aération et de clarification qui, sur le plan technique, forment une seule unité. La liqueur mixte maintenue en suspension dans le bassin d'aération, passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée. L'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin et d'une jupe de répartition. Le floc se sépare dans l'eau interstitielle et se dépose sur le radier de l'ouvrage de clarification, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par surverse dans une rigole périphérique. Le bassin de décantation de 6m de diamètre, est équipé d'un pont racleur muni de racleur de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues, d'où ces dernières seront reprises par l'intermédiaire de tuyauteries vers la station de pompage, et d'un racleur de surface pour élimination des flottants [10].

I.2.6. Traitement tertiaires[6] :

Appelées aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution d'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires d'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs.

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau.

Leur utilisation d'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes :

- ✓ La nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et physico-chimique) ;
- ✓ La désinfection bactériologique et virologique.

I.2.6.1. L'élimination de l'azote :

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires ou tertiaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification".

L'élimination de l'azote repose sur la nitrification de NH_4^+ qui est transformé en NO_3^- ; cependant, en fonction de la qualité voulue de l'effluent à rejeter, et/ou de la présence d'un traitement du phosphore, il peut être nécessaire de procéder à une dénitrification, correspondant à la transformation de NO_3^- en azote gazeux.

Arrivé à ce stade il est sous forme gazeuse et pourra alors passer dans l'atmosphère où il rejoindra sans inconvénient l'azote atmosphérique. L'azote est donc éliminé, sous la forme gazeuse.

Les conditions nécessaires pour l'apparition des bactéries responsables des étapes d'oxydation ne sont pas très difficiles à obtenir dans une station. Par contre ces micro-organismes consomment beaucoup d'oxygène (réactions d'oxydation) qui doit être apporté par des moyens mécaniques (turbines, sur presseurs), ce qui se traduit par une consommation d'énergie et donc un coût de fonctionnement.

Les étapes de réduction (dénitrification) ne nécessitent pas d'oxygène, mais permettent, au contraire, de récupérer une partie de celui qui a été utilisé au départ. Cependant ces opérations nécessitent des mises en œuvre particulières qui ne peuvent être assurées dans les stations anciennes ou surchargées.

Notons que des recherches récentes ont permis de mettre en évidence l'existence de bactéries issues du milieu naturel capables de réaliser l'ensemble du processus de façon plus intéressante consistant à combiner l'ammonium (NH_4^+) au nitrite (NO_2^-) pour aboutir directement au stade N_2 . Les premières applications industrielles viennent de voir le jour[6].

L'élimination biologique de l'azote s'organise selon deux phases successives que sont la nitrification et la dénitrification, antagonistes du point de vue de l'oxygène (figure I.7).

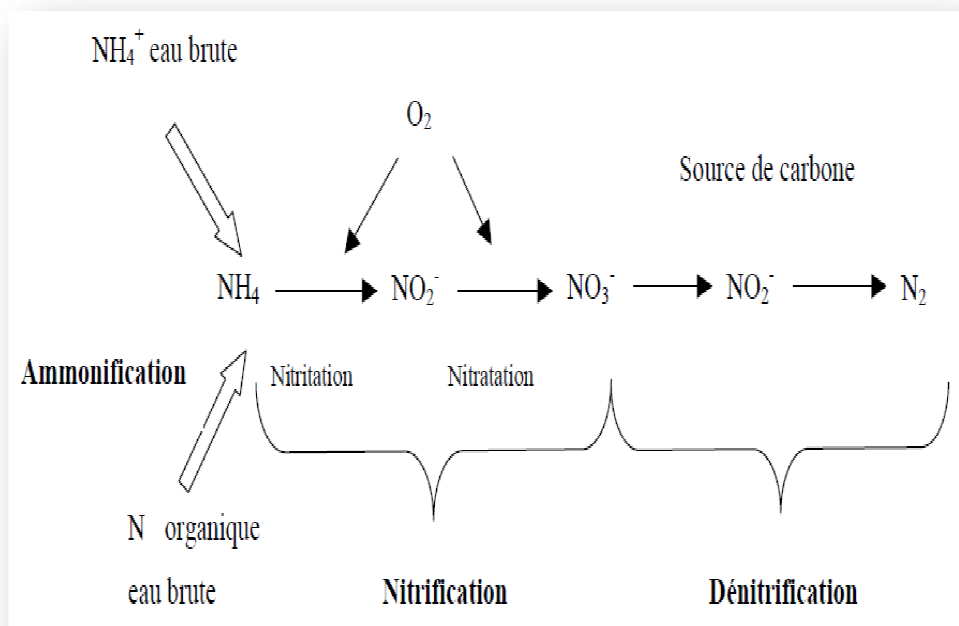


Figure I.7: Les différentes étapes de l'élimination de l'azote [34].

I.2.6.2. L'élimination du phosphore :

L'élimination du phosphore ou déphosphoration peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

Le traitement physico-chimique se fait par l'adjonction de réactifs comme les sels de fer ou d'aluminium. Les techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80% et 90% du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

Le traitement biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Le rendement moyen est d'environ 60% [35].

I.2.6.3. Traitement de l'odeur :

La dépollution des eaux usées produit des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains des stations d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de prétraitement.

La conception des stations est le premier élément permettant de limiter l'émission d'odeurs dans le voisinage. Il faut, par exemple, veiller à réduire les surfaces d'échange entre l'air et les eaux usées.

I.2.6.4. La désinfection :

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques.

Un réactif désinfectant peut être ajouté dans les eaux traitées, avant leur rejet dans le milieu naturel. Le chlore est le désinfectant le plus courant. Mais la désinfection peut également s'effectuer avec l'ozone, le brome ou le dioxyde de chlore[35].

I.2.7. Traitement des boues :

I.2.7.1. Définition :

Le traitement des boues est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues en excès afin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance[22].

I.2.7.2. Objectifs :

Le traitement des boues a pour objectif de :

- Réduire la fraction organique de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination, ce par la « stabilisation » ;
- Diminuer le volume total des boues afin de réduire le coût d'évacuation, ce par « déshydratation » ;
- Elimination final des boues par valorisation agricole, incinération et mise en décharge.

Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement [22].

Tableau I.3 : Les opérations de traitement des boues et leurs objectifs[22].

Opération	But
Stabilisation	Réduire la fermentcessibilité des boues pour atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs.
Concentration	Eliminer une partie de l'eau interstitielle afin d'éviter sont transport.
Conditionnement	Modifier les caractéristiques de la boue afin de faciliter la séparation des phases solides et liquides.
Déshydratation	Augmenter la siccité afin de rendre le produit solide ou pâteux.

I.2.7.3. Système de traitement des boues :

Telle quelle apparaissent au cours du traitement des eaux usées, les boues d'épuration nécessitent un traitement préalable et ce dans le but de réduire leur volume et d'éviter la putréfaction des matières organiques facilement décomposables [36].

I.2.8. Conclusion :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels. La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à traitement physique, physico-chimique et biologique. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs. Le traitement des eaux usées et une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DE LA STEP DE SIDI BEL ABBES

II.1. Introduction

La station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes d'une capacité de 300.000 Eq/hab devra traiter un volume de 28.000 m³ d'eau usée provenant des différents rejets de la ville. Elle a été conçue pour traiter les effluents de la ville ainsi que les communes de Sidi Lahcen et Amarna. La STEP se trouve à la sortie de la ville (route d'Oran), les eaux épurées sont déversées vers l'oued MEKERRA, ou le volume épurer quotidiennement dans la STEP est de 6000 à 7000 m³ [37].



Photo II-1 : L'entrée de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de Sidi bel Abbes, 2014).

DONNEES DE BASE DE DIMENSIONNEMENT

Type de réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population	220 000 E q /hab
Débit moyen journalier	28000 m³/j
Débit à déverser en cas de pluies	2920 m³/h
Débit de pointe sur 14 h	2000 m³/h
DBO₅	11880 kg/j
MES	15400 kg/j

II.2. Localisation géographique

La station est localisée au Nord Est du territoire de la commune à environ 4km, à droite de la route nationale n° 13 en allant vers Oran. Le terrain est délimité au Nord par un champ, au Sud par un verger, à l'Ouest par la cité « Rochet » et à l'Est par oued Mekerra.



Photo II -2: Vue de la Station d'épuration de Rochet (Sidi Bel Abbès). (Google earth)[37]

II.3. Les étapes de traitement des eaux usées :

II.3.1. 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 est adaptée pour accepter une charge de 3300 m³/h. L'eau usée à traiter gravite à la tête de la première filière du traitement à l'aide d'une conduite de 800 mm de diamètre qui s'appelle liaison entre ouvrage [39].



Photo II-3 : Déversoir d'orage (T.ILYES, A.DERAR, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.2. Le relevage:

Le poste de relevage comprend quatre pompes. Débit nominal d'une pompe est de : 1095 m³/h. Puissance nominale d'une pompe est de : 45 k w. Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles. [37]



Photo II - 4 : Le relevage (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.3. Les prétraitements :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage- déshuilage).

II.3.3.1. Le dégrillage:**II.3.3-1-1. Grille grossière à nettoyage manuel (1 unité) :**

Largeur de la grille	2.40 m
Inclinaison	70°
Forme des barreaux	Rectangle 10*50mm
Ecartement entre les barreaux	50mm
Matériau	acier galvanisé

Les refus de grille sont déposés dans une remis d'égouttage.

II.3.3.1.2. Grille fine mécanisée (2unités) :

Largeur de la grille	1.00m
Profondeur du chenal	1.50m
Espacement entre les barreaux	20mm
Epaisseur des barreaux	10mm
Puissance moteur	0.37kw
Automate Schneider	
Matériau	Acier
Protection	Galvanisation à chaud + époxy-bray.

Démarrage en fonction du débit d'arrivée.

II.3.3.1.3. Grille manuelle De By-pass (1unité) :

Largeur de la grille	1.50 m
Profondeur du chenal	0.89 m
Espacement entre les barreaux	30mm
Epaisseur des barreaux Rectangles	10* 50 mm
Matériau	Aluminium

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement. [37]



Photo II -5 : Dégrilleur (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II -6 : Manuelle De By-pass (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II-7 : Grille fine mécanisée (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.3.2. Le dessablage:

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

Le dessableur est de type longitudinal à deux compartiments : il est constitué d'un chenal en béton de forme trapézoïdal longueur 26 m largeur 4 m équipé d'un pont suceur et écumeur. Ce pont animé d'un mouvement de va et vient est équipé d'un groupe moto –réducteur de translation de 0.37 kW ainsi que d'un arrêt d'urgence du « coup de poing »

Une pompe « air lift » embarquée avec groupe moto suppresseur de 4kw assure l'évacuation du sable déposé vers un lit de séchage.

Ces appareils sont doublés de pompes submersibles à effet VORTEX.

Une lame d'écumage réglable, embarquée également, permet l'évacuation des flottants via un déversoir d'extrémité. Le puisard à flottants est équipé d'un groupe moto réducteur de vidange de 10 m³/h sous 10 mce.

Le débordement en fin d'ouvrage se fait sur un déversoir d'extrémité en paroi mince. L'effluent collecté dans un puisard d'extrémité est évacué par gravitation vers la suite du traitement.[37]

II.3.3.3. Le dégraissage-déshuilage:

Les opérations dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau. L'injection des micros bulle d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

La flottation des huiles et le maintien en suspension des matières organiques sont assurés par de l'air insufflé dans les dessableurs via des rampes poreuses type incolmatable à grosses bulles. Les tuyauteries sont produites en acier galvanisé.

La production d'air est assurée par deux suppresseur rots (1 marche +1 secoure) de 580m³/h sous 4 m ce chacun.[37]



Photo II -8 : Le dégraissage-déshuilage (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.4. Le traitement primaire:

Après les prétraitements, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les traitements primaires ne portent que sur les matières décan tables alors la décantation primaire classique consiste à une séparation des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décanteur primaire » pour former les « boues primaires », ces dernières sont récupérées au moyen d'un system de raclage. Ce traitement élimine environ 50% des MES et réduit approximativement de 30% la DCO.

- Diamètre	:	24 m
- Diamètre sans la goulotte	:	22 m
- Hauteur d'eau à la périphérie	:	3 m
- Surface utile (sans la goulotte)	:	380 m ²
- Volume	:	1397 m ³
- Longueur du déversoir	:	69,12 m
- Pente de fond	:	1/10
- Pente de la poche à boues	:	1/1
- Hauteur max d'eau au centre	:	5,05 m



Photo II -9 : Décanteur primaire (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II -10 : Décanteur primaire (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.5. Le traitement biologique:

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépurations existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par les quelles un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

L'épuration biologique des eaux usées biodégradables s'effectue par voie aérobie ou anaérobie. Du fait du caractère exothermique du métabolisme aérobie, le processus est plus rapide et complet, avec, comme contrepartie la production d'une masse cellulaire plus importante. [37]

II.3.5.1 Traitement des eaux : bassin d'aération :

Le bassin de forme rectangulaire, est alimenté en eau dénitrifié, l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs. Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries qui par action physicochimique retiennent 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. [37]

Chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :

Volume	: 336,74 m ³
Forme rectangulaire	: (49.5 *16.5)
Hauteur d'eau	: 04 ,82m
Hauteur béton	: 05,82m



Photo II -11 : Canal vers bassin d'aération (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

**Photo**

II -12 : Bassin d'aération (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.5.2. Traitement des boues : Bassin stabilisation :

Le bassin de stabilisation a les dimensions suivantes :

Volume : 336.74 m³
Forme rectangulaire : (49.5 *16.5)
Hauteur d'eau : 04.82m
Hauteur béton : 05.82m

Les boues fraîches acheminées à cet endroit par tuyauterie DN 150 mm pénètrent dans un puisard de tête équipé de deux déversoirs obturables en vue de la répartition des boues vers les deux bassins de stabilisation.[37]



Photo II -13 : bassin de stabilisation (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.3.5.3. Fonctionnement au niveau des bassins :

Les eaux prétraitées arrivent dans un chenal de répartition aboutissant en tête des bassins de dénitrification. Ce chenal est équipé de 4 pelles d'étangs inversées permettant d'ajuster le débit nominal de chaque ligne de traitement et d'en assurer l'équipartition en cas de fausse manœuvre (vanne fermée). Le débit peut passer en sur verse de pelles d'étangs évitant ainsi tout risque de débordement sur le sol. Les vis d'Archimède localisées à l'aval de chaque bassin d'aération renvoient en tête de la cellule de dénitrification la liqueur mixte. Un chenal en béton est prévu à cet effet. Le fonctionnement des vis est asservi à un jeu de minuterie déterminant la cadence de fonctionnement et de ce fait, le taux de Recirculation. La bêche de dénitrification est munie d'un baffle longitudinal (réalisé en béton armé) qui fait circuler les eaux dans cet ensemble à une vitesse de l'ordre de 20cm/sec évitant ainsi les dépôts de boues.

Au niveau des bassins d'aération, le brassage et l'oxygénation de la liqueur mixte sont assurés par des aérateurs de surface à rotation lente installée sur des passerelles.

Cette disposition assure une grande capacité d'accès aux aérateurs. La liqueur mixte est évacuée dans une goulotte de collecte via une lame de débordement et cloison siphonée réalisée en béton, vers les décanteurs.[37]

II.4. Traitement secondaire (ou clarification des eaux) :

Chaque décanteur est de forme circulaire de :

Diamètre : 36 m

Surface : 908 m²

Profondeur d'eau : 3 m en périphérie

Le pont est réalisé à partir de profilés en acier

Vitesse de rotation du pont : 0.04 m/s

Les eaux clarifiées sont ensuite envoyées vers le poste de désinfection.

Les flottants sont récoltés dans un puisard annexe à chaque ouvrage, ils sont équipés d'une pompe refoulant de liquide vers les décanteurs primaires.



Photo II -14 : Décanteur secondaire (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II -15 : Décanteur secondaire (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.5. Le poste de pompage des boues :

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

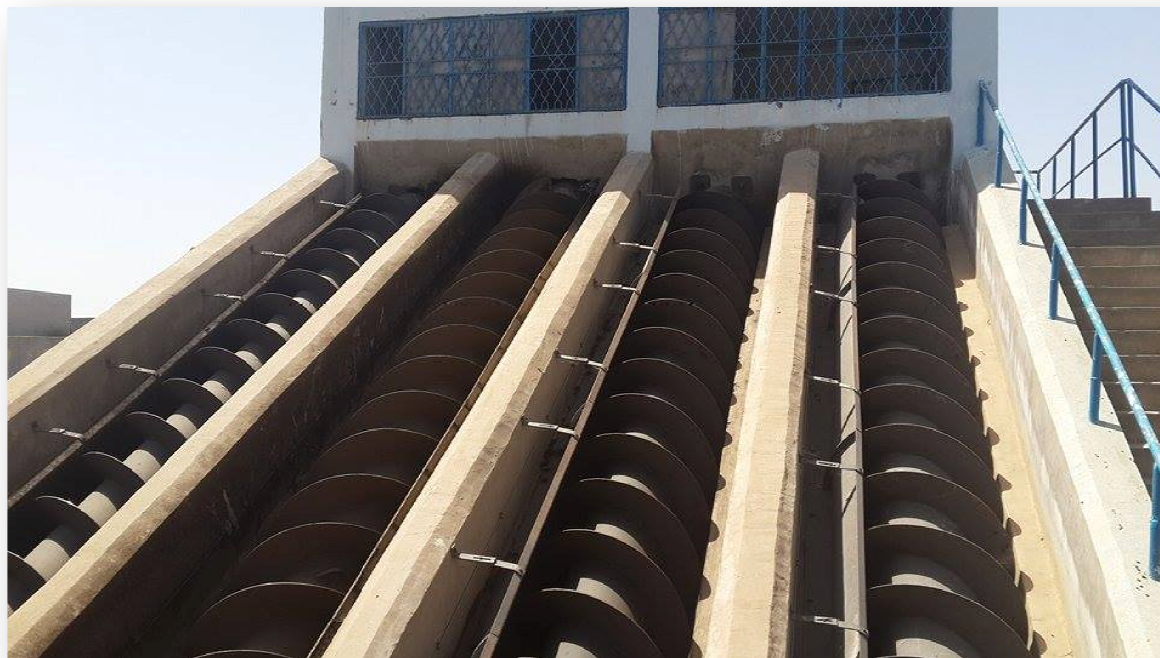


Photo II-16 : Vis de recirculation (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.6. La chloration:

Les eaux usées domestiques (eaux vannes et ménagères) et les eaux de ruissellement urbain, contiennent tous les agents susceptibles de déclencher des maladies transmissibles (MTH). Ce sont les micro-organismes pathogènes qui se distribuent dans les classes génériques ci-après :

- Bactéries (**Salmonella, Pseudomonas,....**),
- Virus (**Enterovirus, Réovirus,....**),
- Parasites (Protozoaires, Champignons et levures).

Les traitements usuels abattent partiellement les teneurs en ces agents, d'où la nécessité de désinfecter ces eaux avant leur rejet. Une désinfection n'a de sens que si l'eau est préalablement bien épurée et clarifiée. [37]



Photo II -17 : Bassin de chloration (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II -18 : Bassin de chloration (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.7. Epaissement des boues

C'est le premier stade de traitement, son principe consiste à enlever une partie plus ou moins importante d'eau contenue dans les boues. L'épaississement peut être gravitaire ou s'effectuer par flottation ou par égouttage. Il a pour objectif réduire le volume des boues et d'augmenter la concentration des matières organique pour arriver à 3% jusqu'à 8% de siccité. [37]

Le bassin d'épaississement a les dimensions suivantes :

Diamètre	: 16.00m
Hauteur	: 4.00m
Pente	: 1/7
Surface du radier	: 201m ²



Photo II -19 : épaulement des boues (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.8. Déshydratation naturelle des boues (24 lits de séchage) :

La déshydratation des boues sur lits de séchage est la plus vieille technique de déshydratation. Le principe en est : la filtration naturelle par gravité et le séchage à l'air de la boue.

Chaque lit de séchage a les dimensions suivantes :

Longueur : 30 m

Largeur : 15 m

Surface : 450 m²

Chaque lit est équipé d'une vanne d'alimentation à passage direct et d'un jeu batardeau faisant office de déversoir des eaux surnageantes.



Photo II -20 : Lits de séchage (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo II -21 : Lits de séchage (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

II.9. Principaux incidents et remèdes dans le fonctionnement d'une station d'épuration : [37]

Dans le tableau ci-dessous, nous allons citer les incidents probables auxquels la station d'épuration est exposée, ainsi qu'aux raisons liées à cette dégradation, tout en proposant des solutions et des précautions à prendre

Incidents	Cause Probable	A Vérifier	Solutions
<i>Odeurs, insectes</i>	Accumulation de tissus fibreux et débris	Méthode et fréquence de nettoyage	Identifier la source et arrête la décharge dans le rejet eau usée
<i>Colmatage de la grille</i>	Débris anormal dans le rejet	Arrivée du rejet eau usée	Augmenter la fréquence du nettoyage de la grille.
<i>Mousse blanche dans le bassin d'aération</i>	Boues prématurées. Ce bassin est surchargé	Vérifier la charge en DBO Vérifier l'effluent du décanteur (turbide) Vérifier la demande en oxygène dans le bassin	Diminuer la charge dans le rejet eau usée Maintenir une recirculation suffisante pendant les heures de pointe. Maintenir DO entre 1.0 et 3.0 mg/l avec agitation provenant d'une autre station.
<i>Conditions défavorables ex. rejet toxique, manque de nutriments, pH anormal, DO insuffisant</i> <i>Perte de biomasse dans le décanteur</i>		Vérifier la respiration toxicité, avec microscopique test pour les métaux, ex. la peinture Vérifier le phénomène de dénitrification	Rétablir la concentration en boue activée, éliminer les produits toxiques sans la recirculation.

Incidents	Cause Probable	A Vérifier	Solutions
------------------	-----------------------	-------------------	------------------

<p>Montée flocons à la surface du décanteur</p> <p>Sédimentation n'est pas efficace</p>	Eléments toxiques	<p>Vérifier la respiration de la boue activée</p> <p>Vérifier les changements de la teneur en MVS mg/l</p> <p>Vérifier les taux de DO et DBO</p>	<p>Diminuer le rejet</p> <p>Diminuer taux de recirculation</p> <p>Utiliser des produits pour sédimentation</p>
<p>Similaires comme précédent avec l'apparition des filaments (bactérie ou champignons)</p>	Manques de produits nutritifs	<p>Vérifier la présence des produits nutritifs</p> <p>Vérifier le taux de la DO dans le bassin</p> <p>Vérifier le pH et la présence de champignons</p>	<p>Chlorer à raison de 1 g de Cl_2/m^3</p> <p>Contrôler la sédimentation et la turbidité</p> <p>Observer l'existence des filaments</p> <p>Augmenter la concentration en O_2 et homogénéiser</p> <p>Neutraliser et corriger le pH avant décharge</p>
<p>Baisse du pH de nitrification</p>	Existence des acides dans le rejet eau usée	Vérifier le pH de l'eau brute	Eliminer la source des rejets d'acide si non ajout de la chaux
<p>Odeurs septiques dans l'épaisseur</p>	Débit de pompage des boues en excès très bas	<p>Vérifier le pompage des boues en excès</p> <p>Vérifier DO dans l'épaisseur</p>	<p>Augmenter le débit des boues en excès</p> <p>Ajouter des oxydants dans les boues (0.50-1.0 mg/l)</p>

<i>Boues pas assez épaissies</i>	Débit de pompage trop-élevé	Vérifier le pompage	Diminuer le débit
<i>Formation des algues sur les surfaces</i>	Nettoyage mal program-mer		Nettoyer des surfaces (chloration)
<i>Fuite d'huile</i>	Joints usés	Les joints	Remplacer les joints
<i>Bruits, échauffement</i>	Usage excessif manque de lubrification	Niveau et état de l'huile de lubrification	Programmer le fonction-nement
<i>Pompe surchargée</i>	Colmatage	Vérifier déchets dans la pompe	Lubrifier Nettoyage de la pompe
<i>Particules fines dans l'effluent de l'épaississeur</i>	Rejet des boues activées		Meilleur conditionnement de la boue
<i>Temps de drainage excessif dans les lits de séchage</i>	Niveau de boue très élevé	20 cm de hauteur de boues est suffisant	Quant le lit est séché enlever la boue et nettoyer
	Boue appliquée au lit impropre	Noter condition de chaque lit vide	Nettoyer le lit et si nécessaire appliquer une couche de sable
	Système de drainage bouché		
	Lit sous dimensionné	Effets des additifs	Nettoyage avec contre courant des systèmes de drainage
	Conditions climatiques	Température précipitation	Ajouter un polymère cationique sec jusqu'à 10 kg/ton Couvrir le lit

<i>Système de pompage colmaté</i>	Accumulation des débris solides dans les lignes	Humidité	Ouvrir les vannes et nettoyer avec l'eau
<i>Boues poussiéreuse et solide</i>	Trop séchée		Ajouter des produits chimiques Enlever la boue à 40-60 % humide

II.10. Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration de sidi bel abbes et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir : les prétraitements, traitement biologique et décantation. Et d'autre part ; le traitement des boues ; l'épaississeur et les lits de séchages.

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

III.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail est de faire les analyses physico-chimiques des eaux usées de la station d'épuration de Rochet Sidi bel abbes 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 de Sidi bel abbes. Les paramètres physico-chimiques étudiés dans le STEP sont la température (T), 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. [19]

Tableau III-1 : l'appareillage du laboratoire et son utilité

Matériel	Utilité
Agitateur magnétique	Homogénéisation des solutions
Appareil de filtration sous vide	Filtration des échantillons sous vide pour déterminer les MES
Distillateur	Produire l'eau distillée
Enceinte DBO	Incubation des échantillons pour mesurer la BDO5
Turbidimètre	Mesurer la turbidité
Verreries de laboratoire	Préparation des solutions, dilution...
Centrifugeuse	Centrifugation des échantillons
Spectrophotomètre	Dosage des paramètres physico-chimique
PH-mètre	Mesurer le PH
Conductimètre	Mesurer la conductivité
Oxymètre	Dosage d'oxygène
Étuves	Incubation et séchage des échantillons
Four à moule	Séchage à température élevée
Balance de précision	Peser les échantillons avec exactitude
Dessiccateur	Stabilisation et refroidissement des échantillons
DCO-mètre	Mesure de la DCO
Turbidimètre portatif	Mesure de la turbidité
Salinimètre	Mesure de la salinité
Chronomètre	Minutage
Réactifs pour analyses	Catalysent les réactions chimiques

Le laboratoire supervise la station, car grâce aux analyses effectuées dans ce dernier les paramètres de pollutions sont déterminés, ainsi les responsables du laboratoire vont prendre des décisions pour grader une bonne qualité d'épuration et donner des directives aux agents d'exploitations au terrain « boues insuffisante ou en excès dans les bassins ».



Photo III -1 : Le laboratoire de la station d'épuration de Sidi Bel Abbès (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.2. Le prélèvement :

Chaque heure « de 8h à 16h » deux échantillons de 200ml sont prélevés, le premier à l'entrée de la station (E), c'est une eau brute qui n'a pas subi de traitement, le deuxième échantillon est prélevé à la sortie (S), au niveau du bassin de clarification c'est une eau épurée. Une fois acheminés vers le laboratoire c'est deux échantillons vont servir à l'analyse de (PH, T) puis verser dans deux récipients appropriés pour former en fin de journée deux échantillons composites (E et S) sur les quels seront réalisées les mesures de conductivité, turbidité et salinité. D'autre paramètre comme la couleur et l'odeur sont aussi déterminés. Chaque jour deux prélèvements de 1L sont aussi prélevés des unités d'aération (unité 1 et unité 2) qui vont servir pour la détermination de l'indice de Mohlman. [37]

III.3. Les analyses quotidiennes des eaux :

III.3.1. PH et température :

C'est deux paramètres sont mesurés chaque heure « de 9h à 16H » pour les échantillons de 200 ml (sortie et entrées) à l'aide d'un pH mètre de paillasse qui mesure aussi la température.

Résumé de la méthode :

- ✓ Allumer l'instrument
- ✓ Immerger le bout de la sonde dans l'échantillon à mesurer.
- ✓ Rincer soigneusement l'électrode à l'eau distillée, éteindre le pH-mètre et le ranger.



Photo III -2: PH mètre portatif (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014)

III.3.2. 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 paillasse; 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 [37]



Photo III -3 : un oxymètre de pailleasse (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.3.3. La turbidité :

Ce test est réalisé pour les échantillons composites en fin de journée (à 16h). à l'aide d'un appareil spécial « turbidité-mètre », on remplit une cuvette de mesure avec 10ml d'échantillon toute on évitant la formation de bulles d'air lors de la fermeture. On place la cuvette dans l'appareil est on appuis sur (read), le résultat s'affiche au bout de 30 sec.

L'instrument affichera la mesure en turbidité NTU. [37]



Photo III-3: Turbidité-mètre (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.3.4. La conductivité :

Elle est mesurée pour les échantillons composites par un « conductivité-mètre », on prolonge la sonde de l'appareil dans un Becher qui contient l'échantillon et on lit directement le résultat. [37]



Photo III-4 : Conductivité-mètre (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.3.5. La salinité :

De la même façon que la turbidité et la conductivité, la salinité peut être mesurée par un appareil spécifique, on prolonge la sonde de l'appareil dans un Becher qui contient l'échantillon. Le résultat s'affiche au bout de quelques secondes. [37]



Photo III-5 : Salinimètre portatif (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.3.6. L'indice de Mohlman :

C'est l'indice de décantation des boues, il définit en millimètre le volume de boue activée décantée en 30min par rapport au résidu sec de cette boue (en gramme de matière). Il est aussi appelé l'indice volumétrique de Lodo [39]

1L de chaque bassin d'aération est prélevé puis versé dans une éprouvette de 1L, on laisse décanter pendant 30min et on note le volume de la boue.

$$IM \text{ (L'indice de Mohlman)} = \frac{V_{30}}{MES} \quad (\text{III.1})$$

- ❖ IM : indice de Mohlman
- ❖ V : le volume de la boue décantée (ml)
- ❖ MS : Matière sèche (g) ou MES : concentration de la matière en suspension (g/l).
- ❖ Si $IM < 50 \text{ ml/g}$: mauvaise décantation (les floes ne sont pas assez concentrés)
- ❖ Si $IM < 80 \text{ ml/g}$: moyenne décantation
- ❖ Si $80 \text{ ml/g} < IM < 150 \text{ ml/g}$: excellente décantation
- ❖ Si $IM > 150 \text{ ml/g}$: (les floes sont trop concentrés). [37]

III.3.7. Détermination des matières en suspensions : [37]

Elle est mesurée pour les échantillons composites de l'eau brute et l'eau épurée :

- ❖ Placer dans une étuve réglée à 105°C les capsules d'évaporation pendant 1h
- ❖ Laisser les refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur
- ❖ Peser les capsules dans une balance de précision pour avoir m_0
- ❖ Remplir les capsules par l'échantillon (100ml)
- ❖ Placer les capsules remplies dans une étuve à 105°C pendant 24h
- ❖ Après refroidissement dans le dessiccateur, peser les capsules pour avoir m_1
- ❖ **NB** : pour l'eau de sortie les MES sont déterminées comme suite :
- ❖ Après homogénéisation on prend 100ml et on effectue une filtration sous vide à l'aide d'un appareil spéciale.
- ❖ Mettre le papier filtre dans une étuve à 105°C pendant 1h
- ❖ Laisser refroidir le papier filtre dans le dessiccateur puis Peser le pour avoir m_1
- ❖ Placer le papier filtre dans l'appareil et ajouté l'échantillon
- ❖ Laisser filtrer jusqu'à l'épuisement du volume puis incubé le papier filtre à l'étuve à 105°C pendant 1h
- ❖ Peser le papier filtre pour avoir m_2

$$MES = \frac{(m_2 - m_1) * 1000}{V} * 1000 \quad (\text{III.2})$$

Le rendement des MES est obtenues par :

$$\text{Rend MES} = \frac{MES \text{ entrée} - MES \text{ sortie}}{MES \text{ entrée}} * 100 \quad (\text{III.3})$$



Photo III-6 : Appareil de filtration sous vide (TALEB.I., AIIMED BRAIIIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.4. Les analyses quotidiennes des boues :

Prélèvements s'effectuent au niveau du bassin de stabilisation des boues puis acheminés vers le laboratoire pour être analysés

III.4.1. Détermination de la matière sèche :

- ❖ Placer dans une étuve réglée à 105°C les capsules d'évaporation pendant 1h
- ❖ Laisser les refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur
- ❖ Peser les capsules dans une balance de précision pour avoir m_0
- ❖ Remplir les capsules par l'échantillon de boue (50ml) et peser la capsule remplie pour avoir m
- ❖ Placer les capsules remplies dans une étuve à 105°C pendant 24h
- ❖ Après refroidissement dans le dessiccateur, peser les capsules pour avoir m_1

Calculer la matière sèche avec la formule suivante :

$$MS = \frac{(M_1 - M_0)}{(M - M_0)} * 1000 \quad (\text{III.4})$$

III.4.2. Détermination des matières volatiles sèche (MVS) :

C'est la même capsule qui a servi pour la détermination de la matière sèche qui va servir pour calculer les MVS

- ❖ Placer la capsule au four à 550 °C pendant 3h
- ❖ Laisser les refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur
- ❖ Peser les capsules dans une balance de précision pour avoir m_2

Calculer la matière volatile sèche avec la formule suivante :

$$Mvs \% = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_2)} * 100 \quad (\text{III.5})$$

III.5. Les analyses hebdomadaires des eaux :

Certains tests ne sont réalisés une fois par semaine (tous les Mardi) car le coût des réactifs et le temps que prend la manipulation, empêchent leur mise en évidence d'une façon quotidienne.

III.5.1. Dosage du nitrate (NO₃-) :

Cette mesure est réalisée pour l'échantillon composite d'entrée et de sortie. Le blanc est préparé en mélangeant 25ml d'eau distillée (absence de nitrate) avec une pastille du réactif « PERMACHEM REAGENT NITRAVER5 ». Après un temps de réaction de 15min sur l'agitateur, on verse 10ml dans un tube à essai propre. Le blanc va servir pour étalonner le spectrophotomètre de la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S). Une fois le temps de réaction est écoulé les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre déjà étalonner par le blanc.

Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes.[37]

III.5.2. Dosage du nitrite (NO₂-) :

Ce test est mesuré pour l'échantillon composite (E et S). Pour préparer le blanc, 10ml d'eau distillée est mélangée avec le réactif « NITRIVER3 REAGENT ».

Après un temps de réaction de 20min sur l'agitateur, on verse 10ml dans un tube à essai propre. Le blanc va servir pour étalonner le spectrophotomètre.

De la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S). Une fois le temps de réaction est écoulé les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre déjà étalonner par le blanc. Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes. [37]

III.5.3. Dosage de l'ammonium (NH₄⁺) :

Cette mesure est réalisée pour l'échantillon composite d'entrée et de sortie. De la même façon que le nitrite et le nitrate, le blanc est préparé en mélangeant 10ml d'eau distillée (absence de nitrate) avec les réactifs suivant « MINIRAL STABILIZER (3gouttes), POLYVENYL ALCHOL (3gouttes) et NESTLER REAGENT (1ml)»

Après un temps de réaction de 1min sur l'agitateur, on verse 10ml dans un tube à essai propre

Le blanc va servir pour étalonner le spectrophotomètre

De la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S)

De la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S)

Une fois le temps de réaction est écoulé les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre déjà étalonner par le blanc.

Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes.[37]

III.5.4. Le dosage du phosphate :

- ❖ Ce test est mesuré pour l'échantillon composite (E et S)
- ❖ Pour préparer le blanc, 10ml d'eau distillée est mélangée avec le réactif « PHOSVER3 REAGENT »
- ❖ Après un temps de réaction de 2min sur l'agitateur, on verse 10ml dans un tube à essai propre
- ❖ Le blanc va servir pour étalonner le spectrophotomètre
- ❖ De la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S)

- ❖ Une fois le temps de réaction est écoulé les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre déjà étalonner par le blanc
- ❖ Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes.[37]

III.5.5. Détermination de la DCO « demande chimique d'oxygène »:

- ❖ c'est l'un des tests majeur pour apprécier le degré de pollution des eaux usées. ce test est mesuré pour l'échantillon composite (E et S).
- ❖ Pour cette analyse il est indispensable de préparer deux blancs l'un pour l'eau d'entrée et l'autre pour l'eau épurée. Le blanc se prépare on mélangeant 10ml d'eau distillé avec une pastille de solution digestive « DICHROMATE DE POTASSIUM »($K_2Cr_2O_7$) de 0 à1500 ppm pour l'eau brute puisqu'elle contient une teneur élevée de matière organique, et 10ml d'eau distillée du même réactif mais de 0 à 150ppm pour l'eau traitée car le taux de la matière organique est faible par rapport à la première [52]
- ❖ Après un temps de réaction de 2h dans le thermoréacteur à 148c° sur l'agitateur, on verse 10ml dans un tube à essai propre
- ❖ Le blanc va servir pour étalonner le spectrophotomètre
- ❖ De la même façon, la procédure est refaite pour les échantillons d'eaux (E et S)
- ❖ Une fois le temps de réaction est écoulé les tubes sont introduits dans le spectrophotomètre déjà étalonner par le blanc
- ❖ Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes. [37]

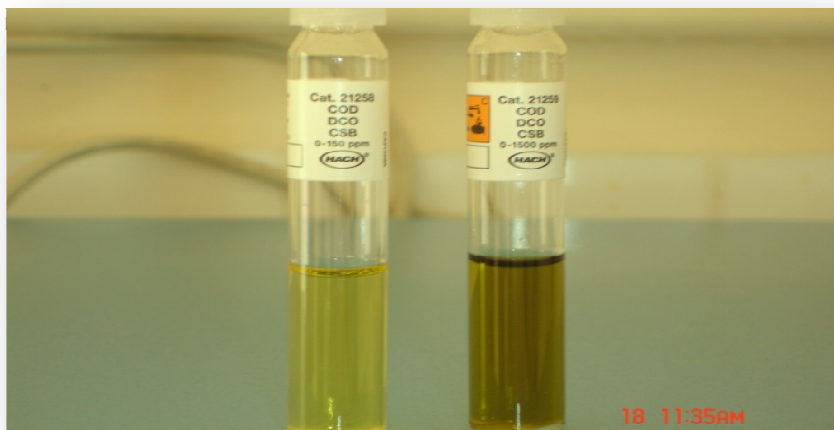


Photo III -7 : Réactif à D.C.O (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo III -8: Thermoréacteur DCO (TALEB.I, Ahmed brahim.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.5.6. La détermination de la DBO5 «demande biochimique d'oxygène de 5jours » :

- ❖ Le volume d'eau brute nécessaire est 100ml tandis qu'il faut 400ml pour l'eau de sortie
- ❖ Après lavage minutieux des bouteilles spéciales DBO les échantillons sont réparties
- ❖ On ajoute 1g de NAOH en granulée, qui est le réactif clé dans cette analyse
- ❖ En ferme hermétiquement les bouteilles avec des oxytopes (petit appareil qui mesure la quantité d'oxygène dégagée par l'échantillon)
- ❖ NB : les oxytopes sont réglés différemment pour l'eau brute (A=999, b=0) alors que pour l'eau traitée (A=90, B=0)
- ❖ Les échantillons sont incubés dans une étuve à 20c° avec agitation continue
- ❖ Des le cinquième jour, on peut avoir les valeurs de la DBO5 on appuyant sur la touche B de l'oxytope.
- ❖ Après lecture des résultats les valeurs sont notées dans les fiches analytiques puis comparées aux normes. [37]



PhotoIII -9: Bouteille spéciales DBO₅ (TALEB.I, AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).



Photo III -10: Enceinte DBO (TALEB.I AHMED BRAHIM.D, photos prises au site, STEP de sidi bel abbes, 2014).

III.6. Les analyses mensuelles :

III.6.1. La siccité des boues :

Le surplus des boues issues des bassins d'aérations, va t'être véhiculé vers les bassins de stabilisation pour être traité puis vers les lits de séchage, situé en aval de la station ou la boue va être séchée grâce à l'exposition au soleil. Durant un séjour de plusieurs semaines voir des mois dans les lits de séchage la boue perdra une grande quantité d'eau, c'est d'ailleurs l'objectif de cette opération. La siccité est inversement proportionnelle à la teneur en eau donc une boue sèche avec une faible teneur en eau possède une bonne siccité et vis versa. Les boues de la station de d'épuration ne peuvent être valorisées que si elles ont une siccité acceptable [37].

Mode opératoire :

un échantillon est prélevé de chaque lit de séchage destiné à la valorisation, et acheminé vers le laboratoire dans un Becher propre et étiqueté « n° de lit »

- ❖ Placer dans une étuve réglée à 105c° les capsules d'évaporation pendant 1h
- ❖ Laisser les refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur
- ❖ Peser les capsules dans une balance de précision pour avoir m0
- ❖ Remplir les capsules par l'échantillon de boue sèche (10g) et peser la capsule remplie pour avoir (m)
- ❖ Placer les capsules remplies dans une étuve à 105c° pendant 24h
- ❖ Après refroidissement dans le dessiccateur, peser les capsules pour avoir m1

Calculer la siccité avec la formule suivante :

$$MS = \frac{(M1 - M2)}{(M - M0)} * 100 \quad (III.6)$$

NB : la siccité est exprimée en pourcentage (%).

- ✓ Si la siccité est inférieure à 12% : état liquide
- ✓ Si la siccité est = 12% aspect pâteux
- ✓ Si la siccité est entre 25% et 85% : état solide
- ✓ Si la siccité est supérieure à 85% : état sec

CHAPITRE IV

PERFORMANCE DE LA STATION

D'EPURATION DE SIDI BEL ABBES

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 de Sidi bel Abbes pour les mois de mars, avril, mai et juin pour année 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.

IV.2. Performance de la Station d'épuration :

A fin d'évaluer les performances de la station d'épuration (STEP) de Sidi bel Abbes en matière d'abattement de la pollution de l'eau, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 63 jours allant du 30/03 /2014 jusqu'au 01/06/2014 .les paramètres de pollution analysés sont : les matières en suspensions (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO) , la turbidité, les minéraux .en parallèle , les variations dans l'évolution du Ph et de la température de l'eau (brute et traitée) ont été également enregistrées.les résultats expérimentaux trouvés sont présentés comme suit :

IV.2.1. Potentiel Hydrogène pH:

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

La figure IV-1 indique la variation journalière du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

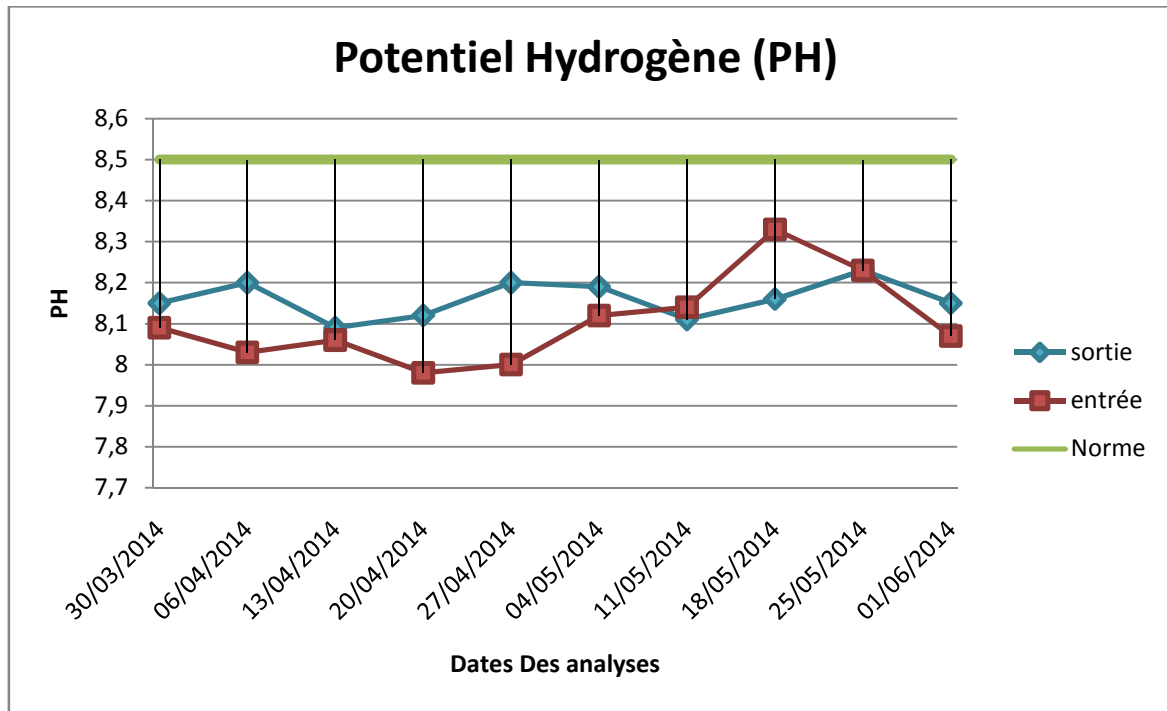


Figure IV-1 Variation journalière du Potentiel Hydrogène (PH)

Interprétation: selon l'organisation mondiale de la santé les déversements des eaux usées après traitement doivent avoir un PH situé entre 5.5 et 9. D'après les analyses des échantillons des eaux brutes et épurées effectuées dans la station d'épuration de Sidi Bel Abbes on peut noter que les valeurs de PH sont conformes à la norme, avec une légère augmentation des eaux traitées. C'est d'ailleurs le résultat d'activité des microorganismes épurateurs qui ont dégradé les composés complexes et les macromolécules jusqu'à un stade avancé comme le NH_4^+ qui ont alcalinisés le milieu.

IV.2.2. La 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-2.

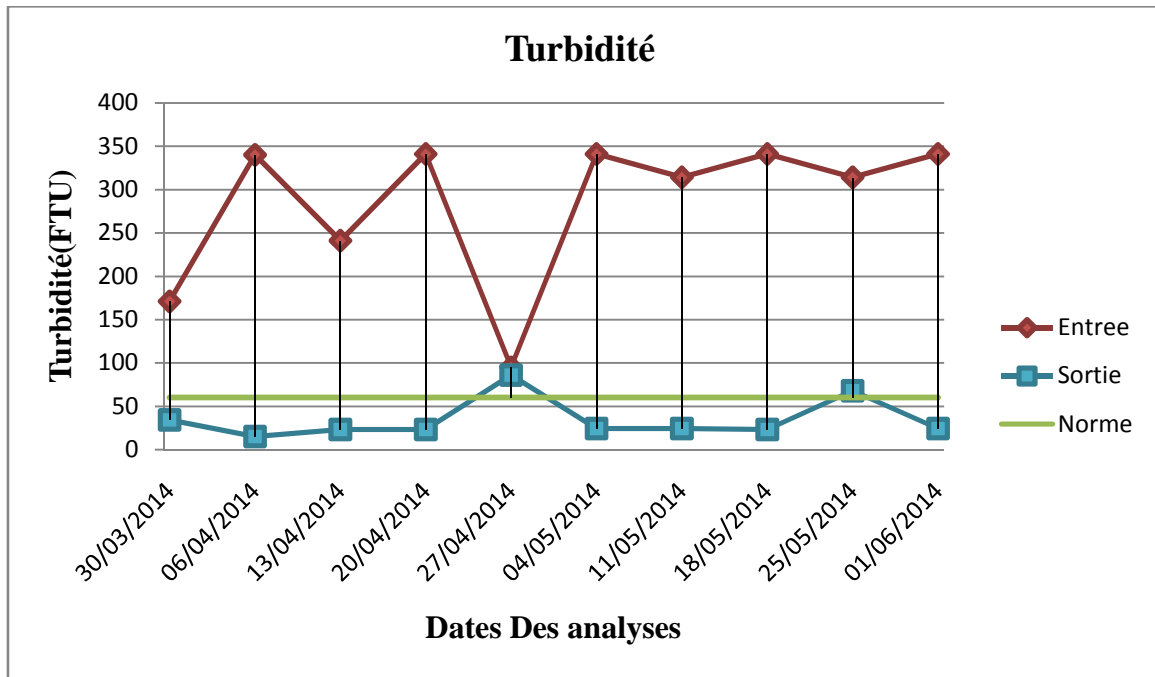


Figure IV-2 Variation journalière de la Turbidité

- Interprétation :** La turbidité désigne la teneur d'un liquide en matières qui le troublent elle est généralement causée par des particules colloïdales ou des bactéries qui absorbent, et réfléchissent les faisceaux lumineux émis par un turbidité-mètre [44]
- Après les analyses des échantillons on constate une amélioration de la turbidité (de 341 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les eaux brutes à 24,01 pour les eaux épurées). Ce qui confirme l'efficacité du traitement vis-à-vis ce paramètre.

Tableau IV-1 : Les différentes classes de turbidité en fonction de la qualité visuelle de l'eau. [37]

Turbidité NTU	Qualité de l'eau
NTU < 5	eau incolore
5 < NTU < 30	eau légèrement trouble
NTU > 50	eau trouble

IV.2.3. La Conductivité :

La figure IV-3 indique la variation journalière de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

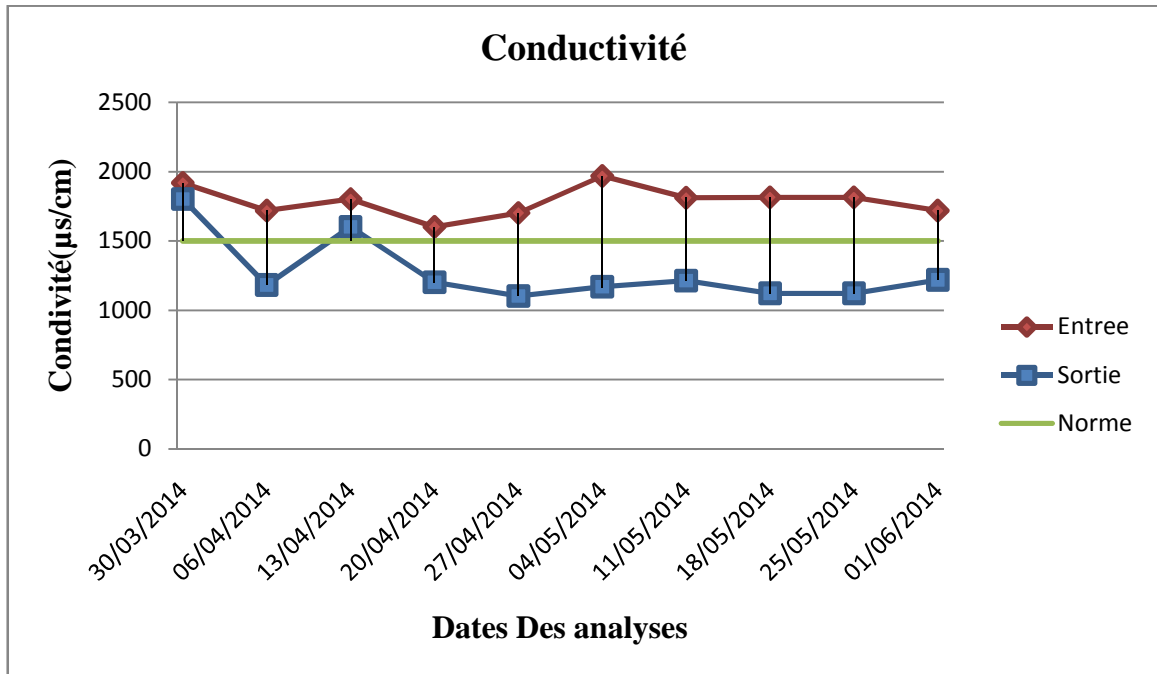


Figure IV-3 Variation journalière de la Conductivité

- + **Interprétation:** La conductivité électrique d'une eau comme étant la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm², elle s'exprime en µS/cm. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.
- + Ces valeurs de conductivité électrique élevées traduisent une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, expliquant les valeurs élevées enregistrées toujours à l'entrée. La diminution des valeurs moyennes de l'entrée vers la sortie au niveau de la station d'épuration est probablement due au traitement biologique effectué sur l'eau usée.

IV.2.4. Les matières en suspension (MES) :

La figure IV-4 montre la variation de la concentration des matières en suspension MES de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

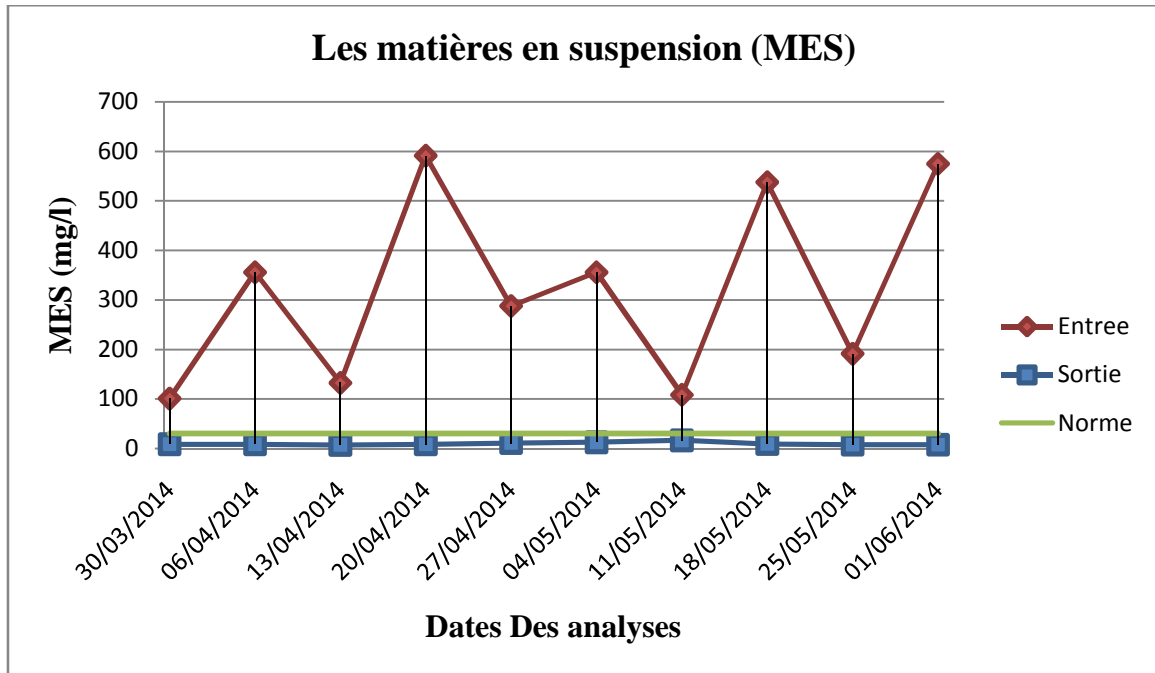


Figure IV-4 Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES)

- 🚧 **Interprétation:** 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 355,5 mg/l à l'entrée contre uniquement 16,34 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 97,23 %.
- 🚧 Sur la figure IV-4, on peut clairement voir l'écart qu'accuse la forte 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.

IV.2.5. Demande chimique en Oxygène (DCO) :

La figure IV-5 montre la variation de la concentration de la DCO a l'entrée et a la sortie de la STEP.

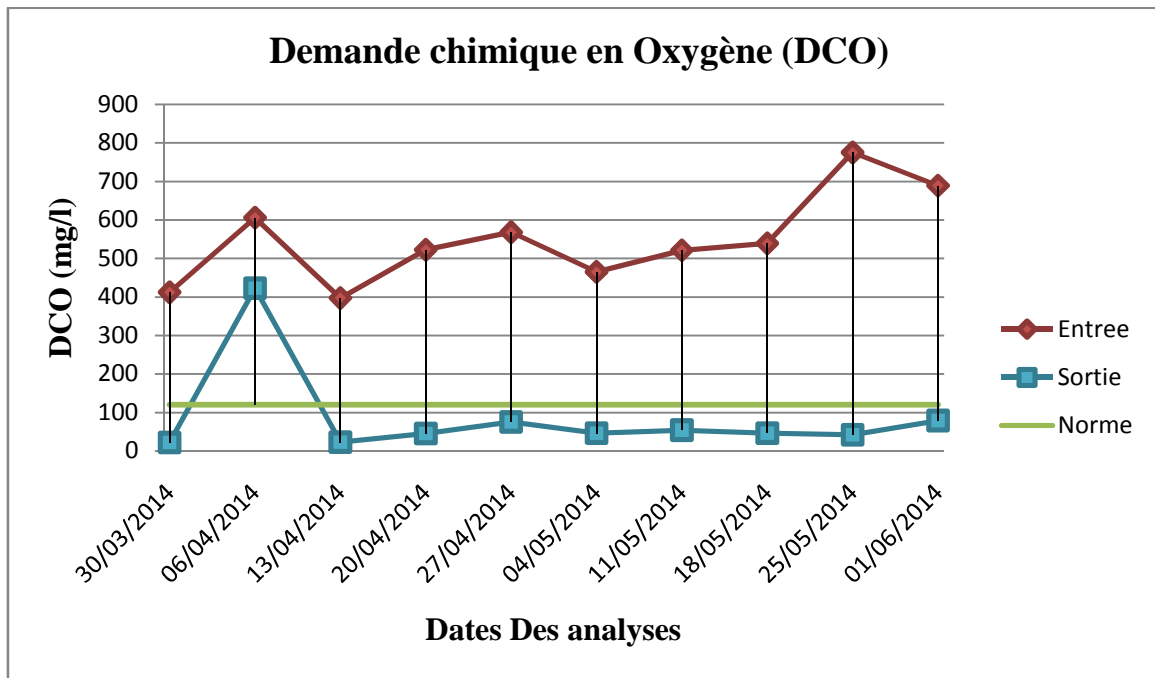


Figure IV-5 Variation journalière de la Demande chimique en Oxygène (DCO)

- Interprétation:** 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 400 mg/l à 790 mg/l a l'entrée et 7 mg/l à 90 mg/ a la sortie avec un rendement d'abattement de la DCO est de 83,30%.

IV.2.6. Demande biochimique 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.

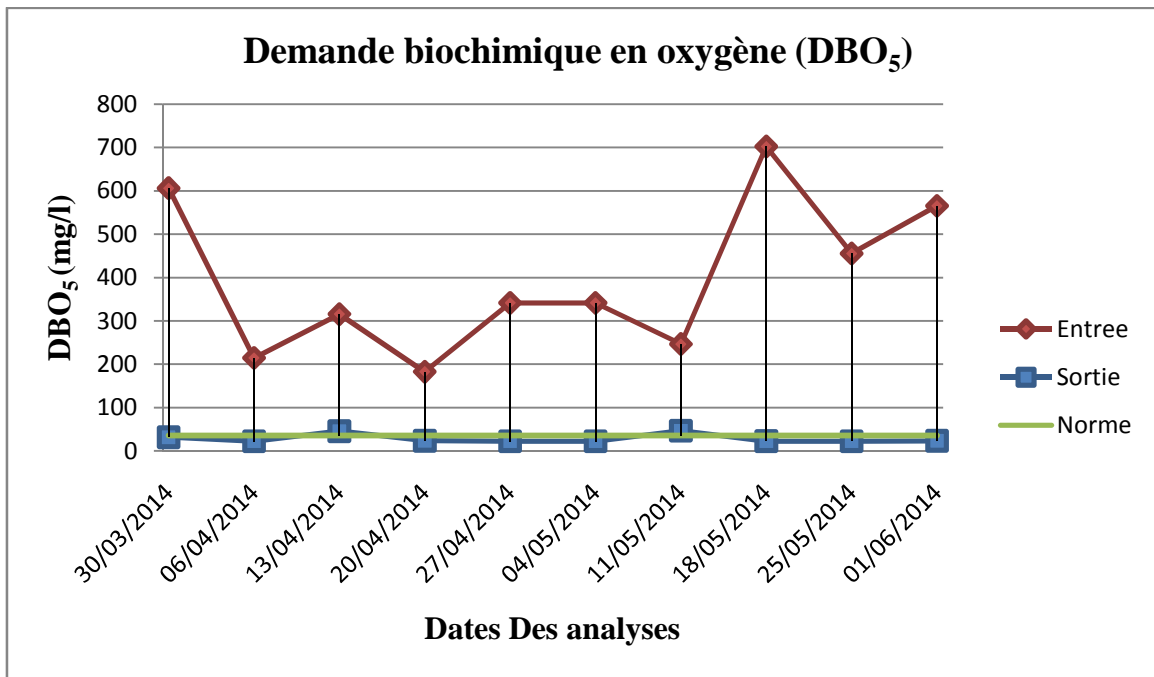


Figure IV-6 Variation journalière de la Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

- ✚ **Interprétation:** La figure IV-6 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 182 et 700 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 (22 - 32 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 35 mg/l).
- ✚ L'abattement de la DBO est évalué à 90,10 %. 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.
- ✚ La concentration organique des eaux usées, telle que mesurée par sa DBO₅, est un des plus importants critères utilisés dans la conception d'une installation de traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire. La charge organique de l'installation de traitement est la demande biologique en oxygène (DBO₅) des eaux usées qui y sont amenées.
- ✚ L'abattement de la DBO₅, de la DCO et de MES nous permet d'estimer le taux d'épuration qui est égal à $(\%DBO_5 + \%DCO + \%MES)/3 = 94.18\%$. Ce résultat indique une dépollution acceptable.

IV.2.7. La température (eau) :

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique [50].

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-7.

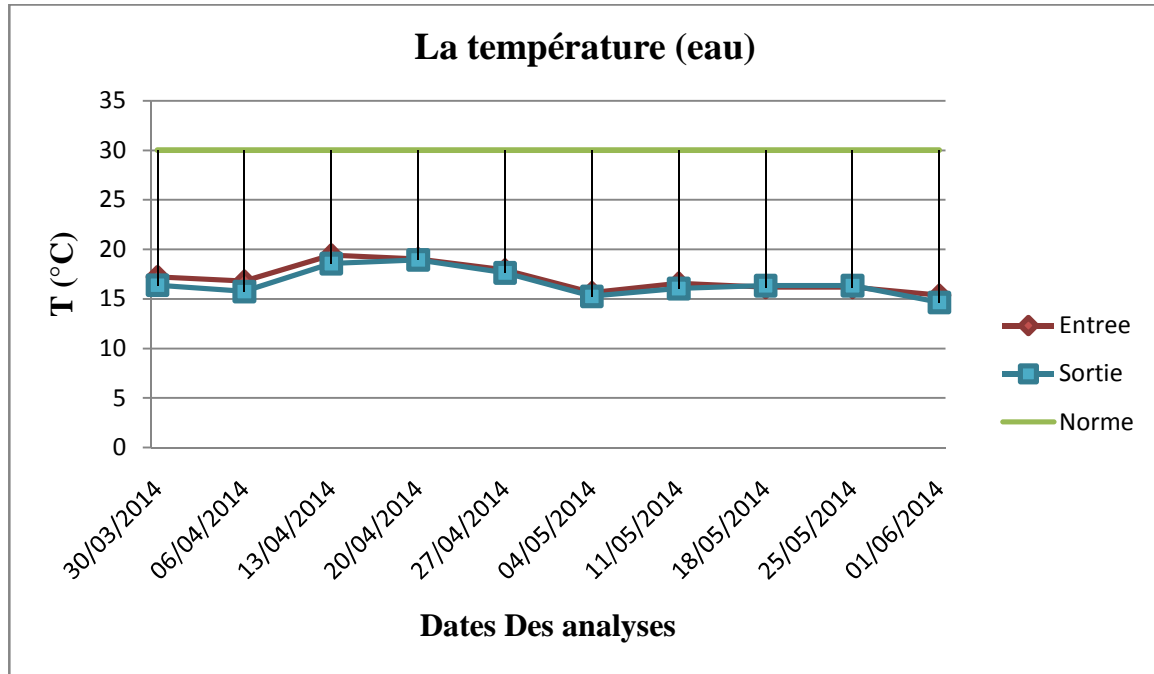


Figure IV-7 Variation journalière de la température (eau)

- Interprétation :** Après les résultats obtenus (figure IV-7), les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 14.65°C au maximum de 19.41°C à l'entrée et entre 11.6°C et 19.55°C pour les eaux épurées, avec une moyenne de 16.6°C. Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques. L'élévation de la température au cours du temps est influencée par la température atmosphérique.
- 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 [18].

IV.2.8. L'oxygène dissous (O₂) :

La figure IV-8 présente la variation journalière de la concentration de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP.

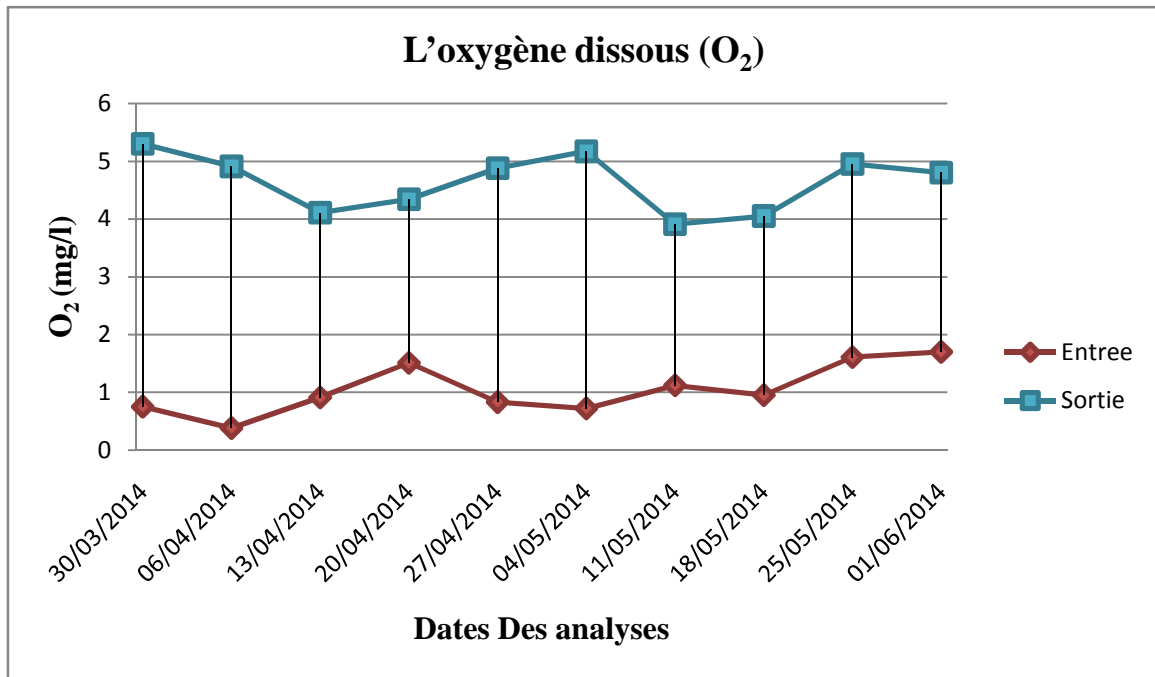


Figure IV-8 Variation journalière de L'oxygène dissous (O₂)

- Interprétation :** Pour l'oxygène dissous les valeurs obtenues montrent une fluctuation allant de 0.38 mg/l à 1.8 mg/l pour les eaux brutes et de 3.91 mg/l à 5.17 mg/l pour les eaux traitées avec une moyenne de 3,8 mg/l (Figure IV-8). D'après le graphe les teneurs en O₂ dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ce ci est du à la bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.
- Quand la température s'élève, la teneur en oxygène diminue en raison de sa plus faible solubilité, mais aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants (protozoaires, métazoaires, algues,...) et les bactéries qui se multiplient.

IV.2.9. Nitrites (NO₂⁻) :

La figure IV-9 présente la variation journalière de la concentration de Nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP.

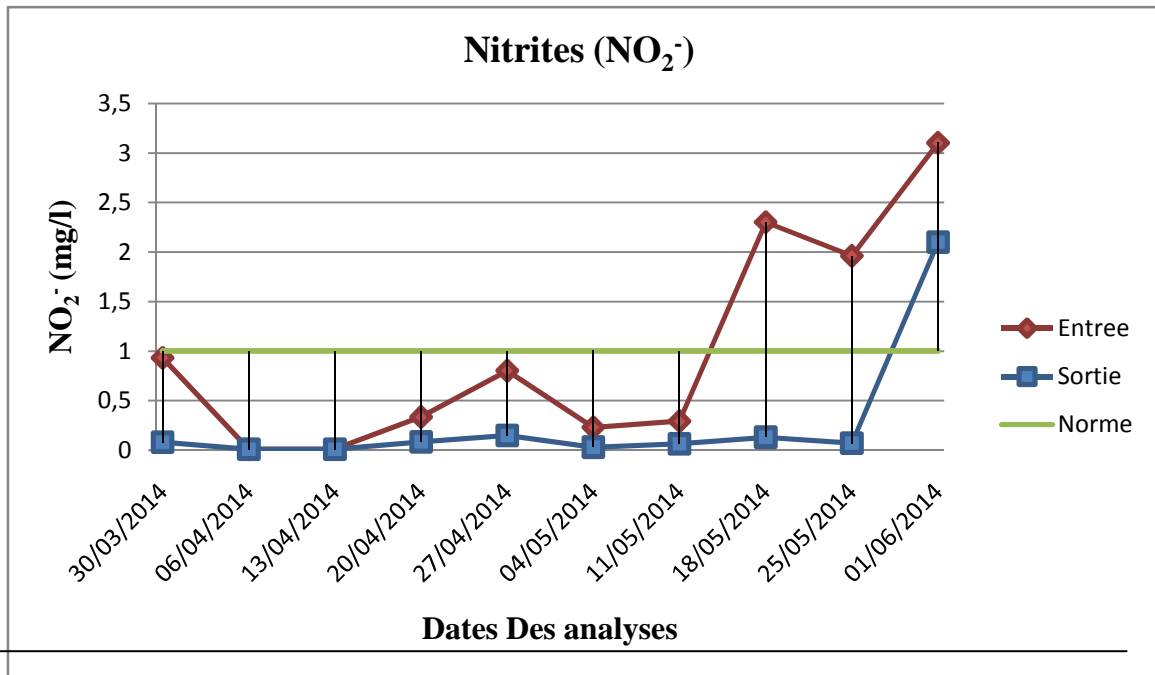


Figure IV-9 Variation journalière de Nitrites (NO₂⁻)

- Interprétation :** La différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.013 mg/l et 0.9 mg/l au niveau des eaux traitées. Mais les valeurs varient de 0.07 mg/l à 3.3 mg/l après plusieurs analyses (Figure IV-9).
- 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.

Remarque : la dernière date d'analyse (01/06/2014) il avait une défaillance au niveau du décanteur secondaire ou le dosage du nitrite a dépassé la norme

IV.2.10. Nitrate (NO₃⁻) :

La figure IV-10 présente la variation journalière de la concentration de Nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP.

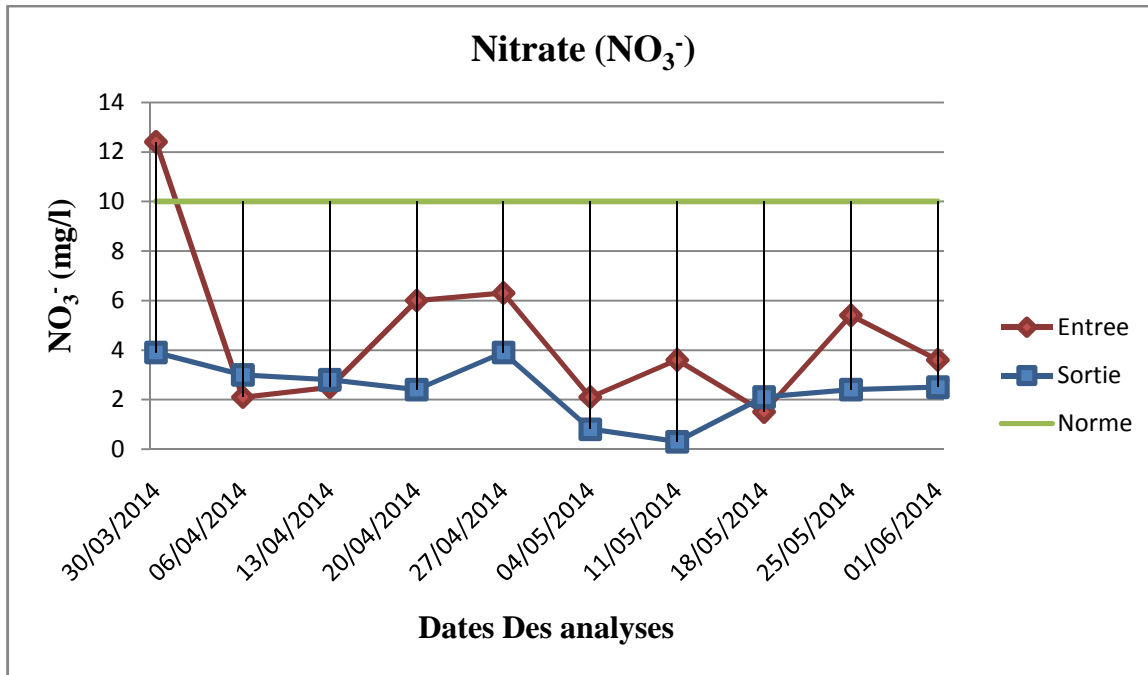


Figure IV-10 Variation journalière de Nitrate (NO₃⁻)

- + **Interprétation :** 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.
- + Les teneurs en nitrate diminuent de 12.4 à 0.8 mg/l, inférieurs aux normes de rejet qui sont de 10 mg/l ; les valeurs maximales sont obtenues pendant la période printemps (30/03/2014 ; 12.4 mg/l) (figure IV-10).
- + 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 nitrites.
- + 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. Leur concentration dans les eaux naturelles est comprise entre 1 et 10 mg/l.

IV.2.11. phosphates (PO₄⁻³) :

La figure IV-11 présente la variation journalière du phosphore à l'entrée et à la sortie de la STEP.

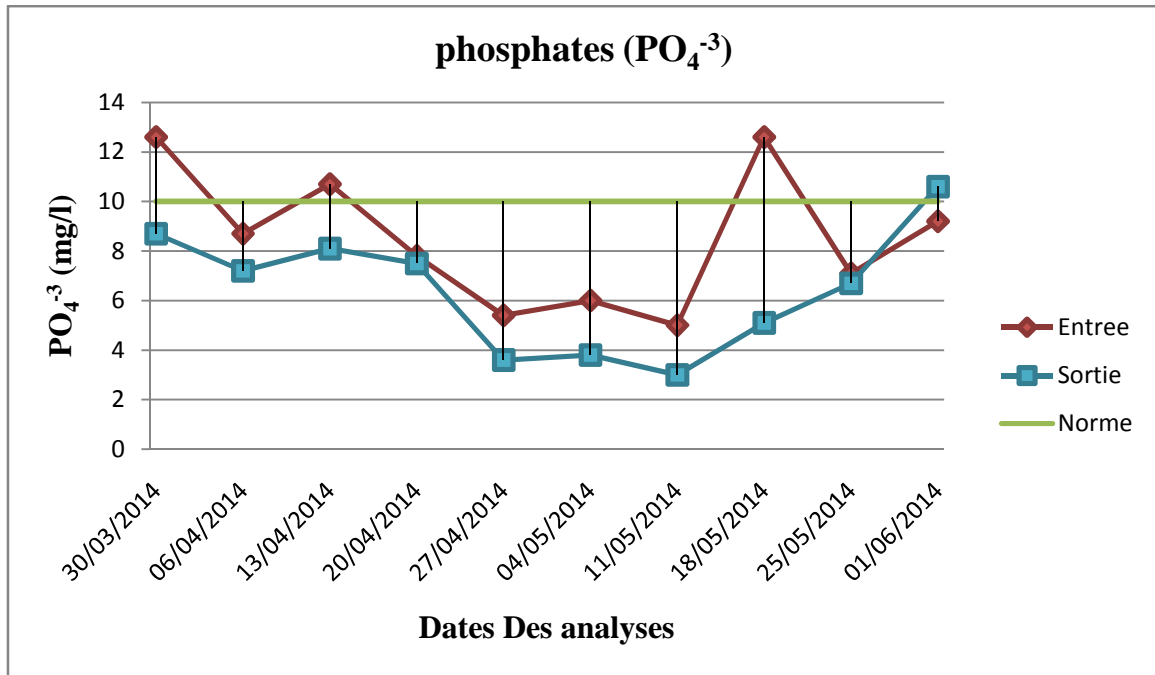


Figure IV-11 Variation journalière de phosphates (PO₄⁻³)

Interprétation : D'après les résultats obtenus (figure IV-11), les valeurs des phosphates (PO₄⁻³) varient du minimum de 5 mg/l au maximum de 12.6 mg/l au niveau des eaux brutes concernant les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 3.5 mg/l à 11 mg/l (Figure IV-11). La teneur moyenne en phosphates des eaux traitées (5.1 mg/l) semble inférieure à celle enregistrée dans les eaux brutes (9.2 mg/l).

IV.2.12. Azote ammoniacal (NH₄⁺) :

La figure IV-12 représente la variation journalière de NH₄⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP.

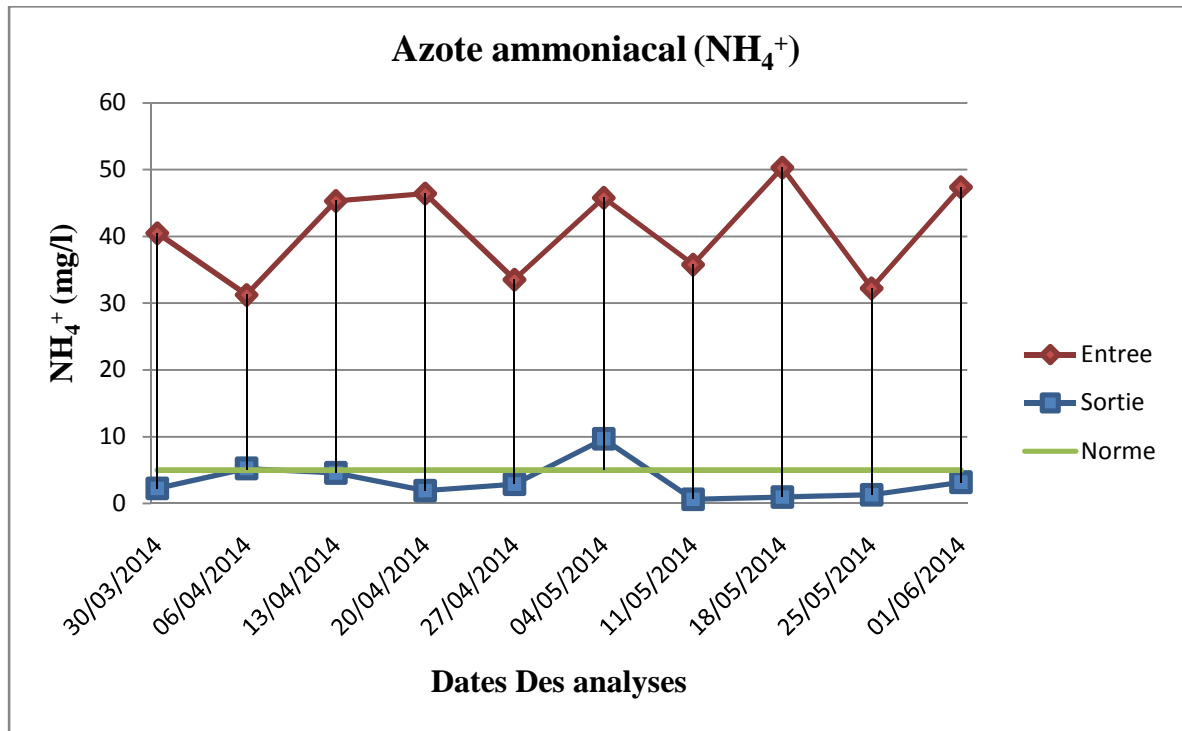


Figure IV-12 Variation journalière de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

- Interprétation :** L'analyse du profil de l'ammonium (Figure IV-12), montre que les teneurs varient entre 19.51 mg/l et 48.7 mg/l à l'entrée et entre 2.25 mg/l et 5.48 mg/l à la sortie a la période d'hiver et entre 31,25 mg/l et 50,31 mg/l à l'entrée et entre 1,93 mg/l et 5,25 mg/l à la sortie a la période de Printemps.
- Le rendement d'élimination de l'azote ammoniacal est 96.66 %.

IV.3. Paramètres de fonctionnement du process :

IV.3.1. Charge massique (C_m) :

On appelle charge massique (C_m) le rapport entre la masse de substrat, généralement exprimée en terme de DBO₅, entrant journallement dans le réacteur, et la masse de boue contenue dans le réacteur. La C_m est défini par la formule suivante :

$$C_m = \frac{[DBO_5]Q_j}{V_{BA}MVS} \tag{IV. 1}$$

- C_m: Charge massique (kg DBO₅ / kg MVS.j);
- V_{BA}: Volume du bassin d'aération (m³) ;
- MVS: concentration en matière sèche (kg/m³) ;
- Q_j: Débit journalier d'eaux usées à traiter (m³/j).

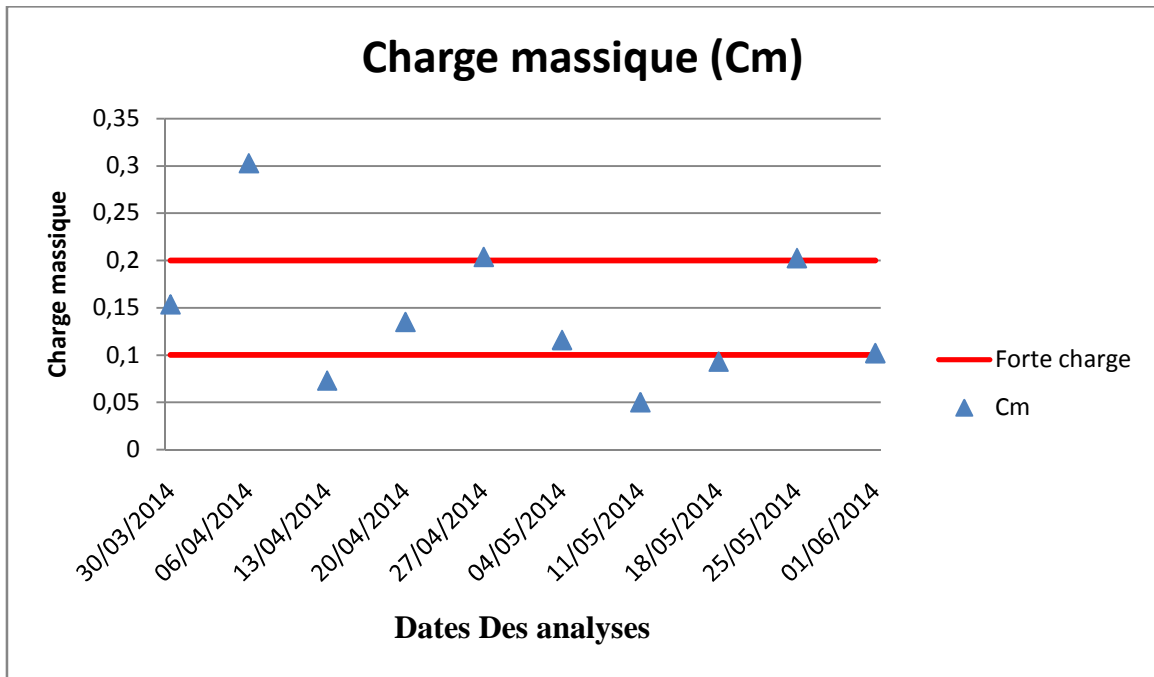


Figure IV-13 Variation de la Charge massique (C_m) dans le bassin d'aération de la STEP

Interprétation : Selon les résultats indiqués, il en ressort que la STEP fonctionne correctement en faible charge ($0.1 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j} < C_m < 0.2 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$). A l'exception d'un léger dépassement observé le mois de mars, 03/04/2014 et le 13/04/2014 supérieur à $0.2 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.j}$. Cette stabilité de la charge massique dans le temps est due à la bonne gestion de la masse de boue dans le système et ceci par des extractions régulières.

Tableau IV-2 : les différents domaines des charges massique. [37]

Charge massique (kg DBO ₅ /kg MVS/j)	Classement du procédé
$C_m < 0.1$	Aération prolongée
$0.1 < C_m < 0.2$	Faible charge
$0.2 < C_m < 0.5$	Moyenne charge
$C_m > 0.5$	Forte charge

IV.3.2. Charge volumique (C_v) :

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

$$C_v = \frac{[DBO_5]Q_j}{V_{BA}} \tag{IV. 2}$$

Q_j : débit journalier d'eau brute à traiter ($m^3.j^{-1}$) ;

$[DBO_5]$: concentration en Demande Biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours ($kgO_2.m^{-3}$);

V_{BA} : volume du réacteur (m^3).

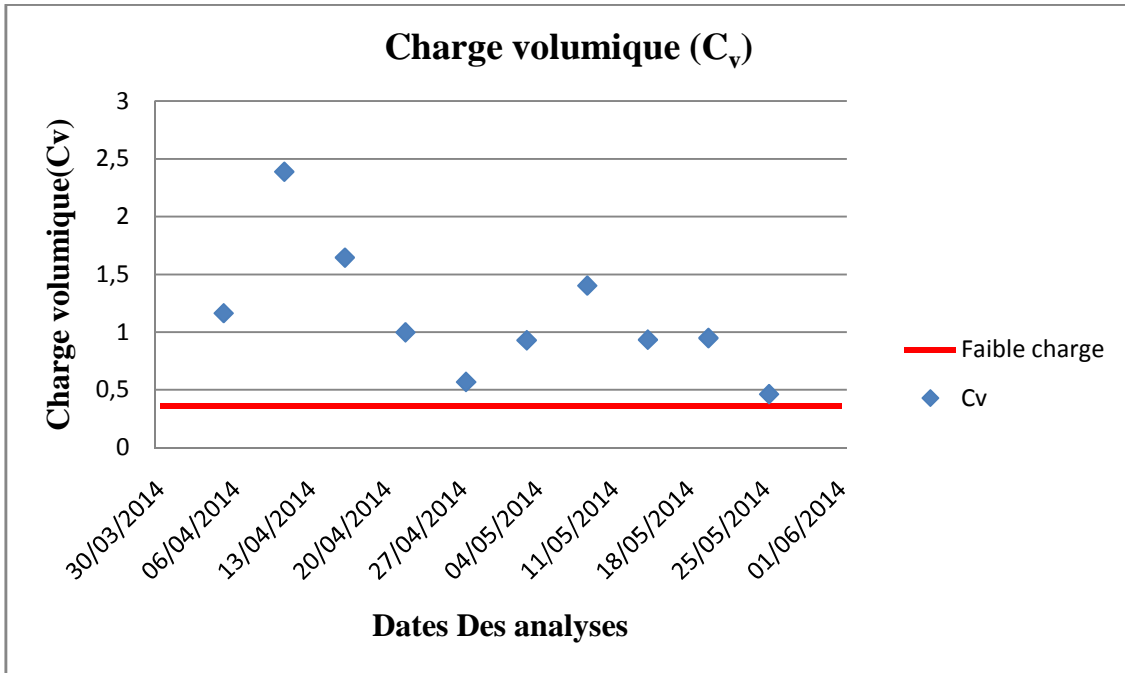


Figure IV-14 Variation de la Charge volumique (C_v) dans le bassin d'aération de la STEP

Interprétation : En examinant les résultats obtenus indiqués sur la figure, on constate de légères instabilités dans la charge volumique de la STEP sans toutefois dépasser la limite de 0.75 $kg\ DBO_5/ kg.j$ préconisée pour faible charge.

Pour rappel, le tableau suivant définit les différents domaines des charges volumiques.

Charge volumique ($kg\ DBO_5/m^3/j$)	Classement du procédé
--	-----------------------

$C_v < 0.36$	Aération prolongée
$0.36 < C_v < 0.7$	Faible charge
$0.7 < C_v < 1.7$	Moyenne charge
$C_v > 1.7$	Forte charge

Tableau IV-3 : différents domaines des charges volumiques. [37]

IV.3.3. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM) :

L'indice de boue (IB) ou indice de Mohlman (IM) est un test permettant d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation. Il représente le volume occupé par un gramme de boue après 30 minutes de décantation dans une éprouvette d'un litre. L'IB est exprimé en $ml.g^{-1}$ de MES et est défini par la formule suivante :

$$IB(IM) = \frac{V}{M} \tag{IV.3}$$

V : volume de boue décanté en trente minutes (en $ml.l^{-1}$) ;

M : concentration des matières en suspension dans l'éprouvette (en $g.l^{-1}$).

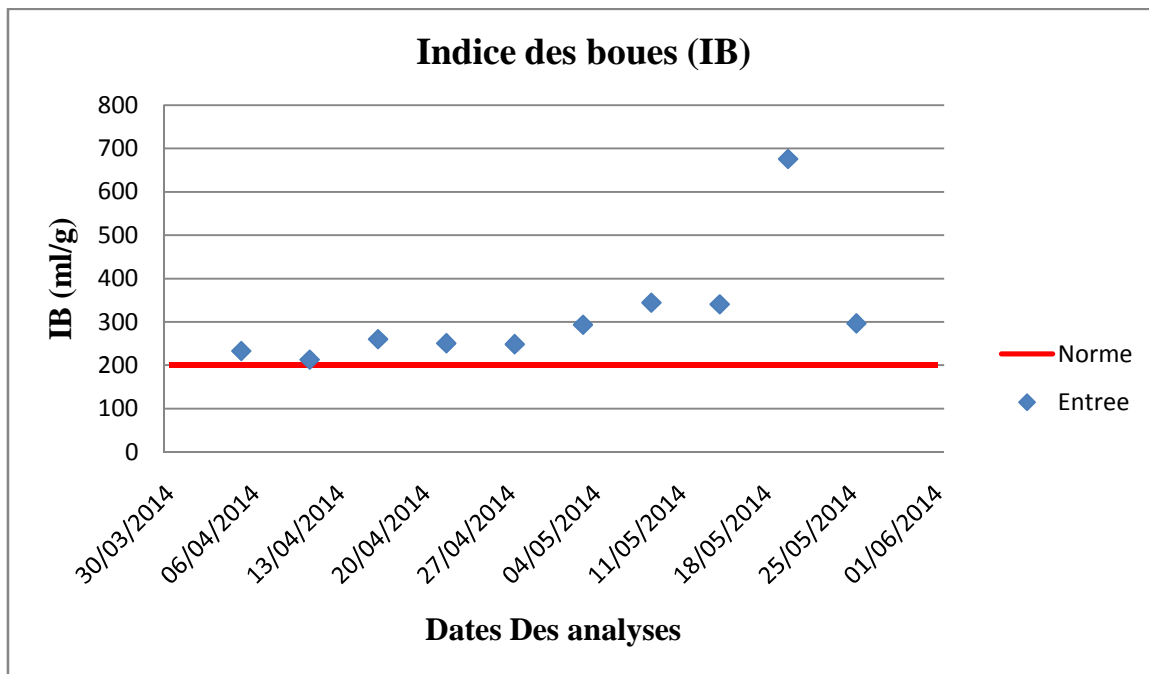


Figure IV-15 Variation de l'Indice des boues (IB) dans le bassin d'aération de la STEP

Interprétation : Les valeurs de (IB) oscillent entre 212.687 et 293.020 $ml.g^{-1}$ (Figure IV-15). Pour une boue qui décante bien l'indice de Mohlman est inférieur à $200 ml.g^{-1}$. Le décanteur secondaire

d'une station d'épuration fonctionne correctement pour des valeurs d'indice de Mohlman inférieures à 200 ml.g⁻¹.

Tableau IV-4 : Valeurs seuil de l'indice de boue.

IB < 100 ml.g ⁻¹ de MES	Condition idéale : les boues sédimentent facilement et sont le plus souvent bien minéralisées.
100 < IB < 200 ml.g ⁻¹ de MES	Condition acceptable pour des installations fonctionnant dans le domaine du faible charge – aération prolongée.
IB > 200 ml.g ⁻¹ de MES	Difficultés possibles de décantation liée au développement de bactéries filamenteuses.

IV.3.4. Matière volatile suspension (MVS) :

Les Matière volatiles en suspension représentent la partie organique des matière en suspension, la partie restante représentant les matières minérales. Cette partie organique comprend les particules de biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution biologique.

La figure IV-16 présente la variation de la matière volatile sèche (MVS) dans le bassin d'aération durant la période de service de la STEP.

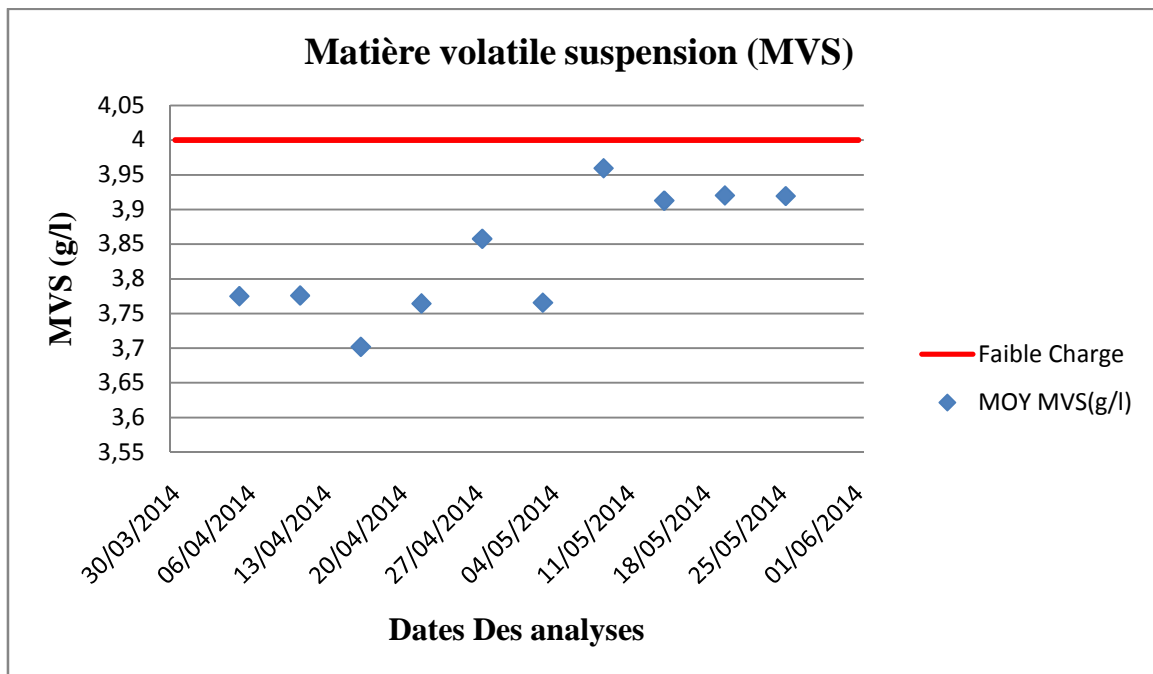


Figure IV-16 Variation de la Matière volatil en suspension (MVS) dans le bassin d'aération de la STEP

Interprétation : Les résultats indiqués sur la figure IV-16 montrent que les concentrations en MVS dans le bassin d'aération sont entre 3.7 g/l et 3.96 g/l.

IV.3.5. Temps des séjours :

C'est le temps de séjour hydraulique de l'eau dans un bassin d'aération, il correspond au rapport du volume du bassin (V_{BA}) sur le débit de l'effluent entrant (Q_j). Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$T_s = \frac{V_{BA}}{Q_j} \tag{IV.4}$$

T_s : temps de séjours de l'eau (h) ;

V_{BA} : volume du bassin d'aération (m^3) ;

Q_j : débit d'eau usée à traiter (m^3/h).

La variation du temps de séjour de l'eau dans le bassin d'aération, pendant la campagne d'échantillonnage, est indiquée sur la figure IV 5.

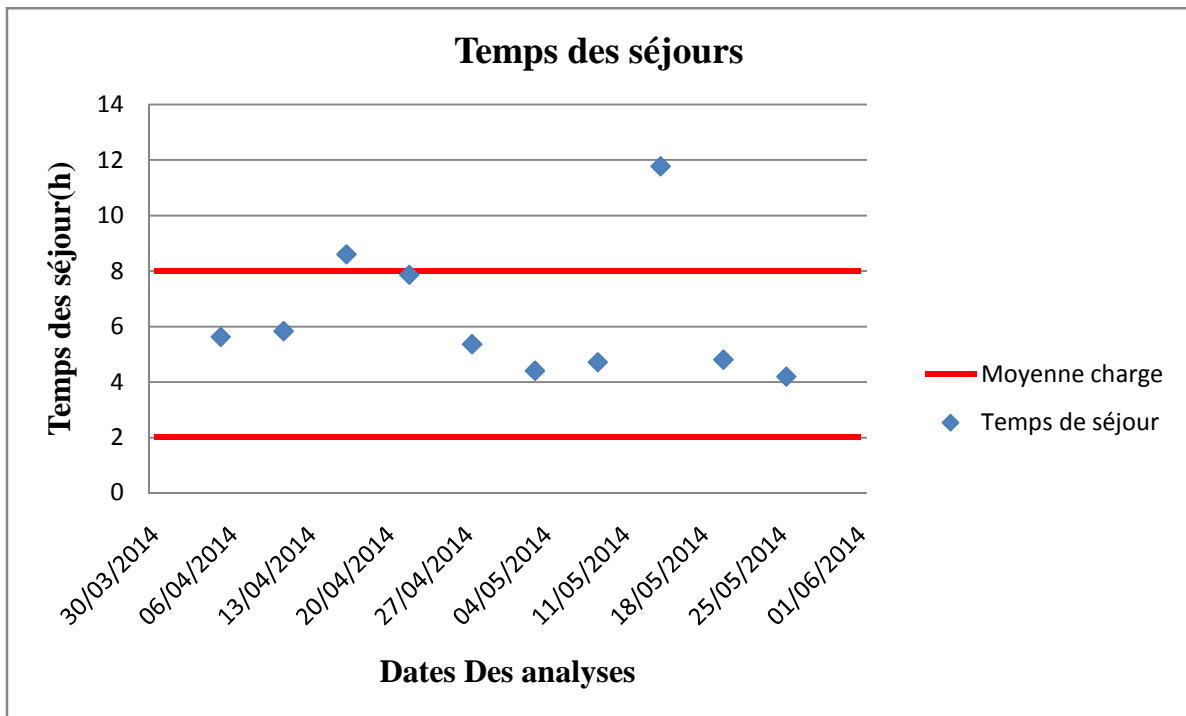


Figure IV-17 Variation du Temps des séjours dans le bassin d'aération de la STEP

Interprétation : En examinant les résultats indiqués sur la figure IV-17, on constate que le temps de séjours de l'eau dans le bassin d'aération est situé, en majorité, entre 4 et 11 h. Cet état de fait est dû certainement au débit d'eau (usée + pluviale) qui était important lors de cette période de service de la STEP. Avec de tels résultats sur le temps de séjours, la station travaille plutôt en moyenne charge.

IV.3.6. Âge des boues :

Le paramètre charge massique est lié au paramètre âge de boue selon l'équation (IV. 5). Il représente le temps de séjour moyen de la biomasse dans le bassin. Son influence est significative dans le cas du traitement de la pollution azotée, pour lequel la croissance bactérienne est faible.

$$A = \frac{1}{C_m P_{sb}} \tag{IV. 5}$$

A: Âge de boue (j) ;

P_{sb} : P_{sb} production spécifique de boue (kg MVS/kg DBO₅ éliminé) ;

C_m : Charge massique (kg DBO₅ / kg MVS.j).

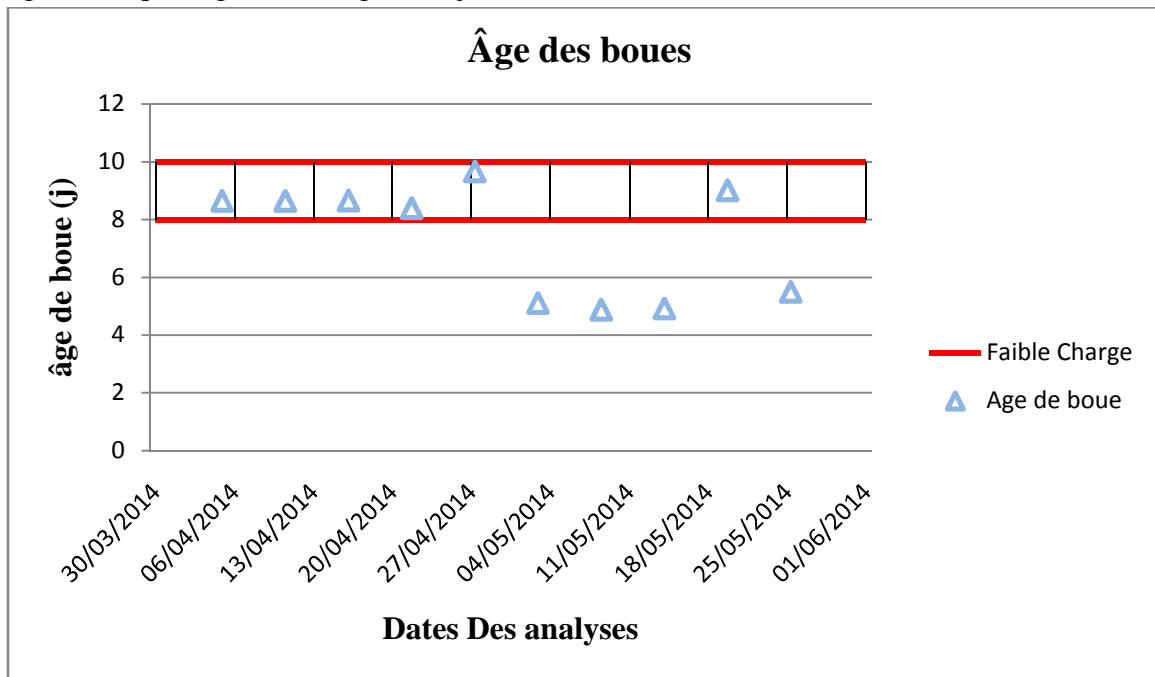


Figure IV-18 Variation de l'âge des boues STEP

Interprétation : Les résultats indiqués sur la figure IV.18 montre que les valeurs de l'âge des boues de la STEP sont dans la gamme *faible charge* (âge de boue est supérieure de 15 jours). Ces résultats obtenus mettent en évidence la bonne gestion de la production de la boue au niveau de cette STEP.

IV.3.7. La biodégradabilité K :

L'estimation du coefficient de biodégradabilité K est très importante pour la recherche de la qualité de l'effluent qui est le rapport entre la demande chimique d'oxygène et la demande biologique, pour détermine s'il y a des composant qui influencent la dégradation des matières organiques (les détergent).

$$K = \frac{DCO}{DBO_5} \tag{IV. 6}$$

Si :

- $1 < K < 1,5$:l'effluent est biodégradable ;

- $1,5 < K < 2,5$:l'effluent est moyennement biodégradable ;
- $K > 2,5$:l'effluent n'est pas biodégradable.

Un coefficient **K** élevé peut traduire la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne tels que les détergents et les hydrocarbures. Pour une eau usée domestique **K** est entre 2 et 2,5.

Le rapport de DCO/DBO₅ détermine le choix du traitement à adopter ; si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, dans le cas contraire on applique un traitement physico-chimique. La possibilité d'un traitement mixte peut être envisagée.

Tableau IV-5 : Valeurs communément admises pour les charges massiques traditionnelles

	Cm < 0.1 Aération prolongée	0.1 < Cm < 0.2 Faible charge	0.2 < Cm < 0.5 Moyenne charge	Cm > 0.5 Forte charge
production spécifique de boue (kg MVS/kg DBO₅ éliminé)	0,8	0,9	0,9 - 1,1	> 1,2
Âge de boues (j)	>15	8 à 10	2 à 5	1

La variation de l'âge des boues durant la période de fonctionnement de la STEP et représentée graphiquement sur la figure IV-19.

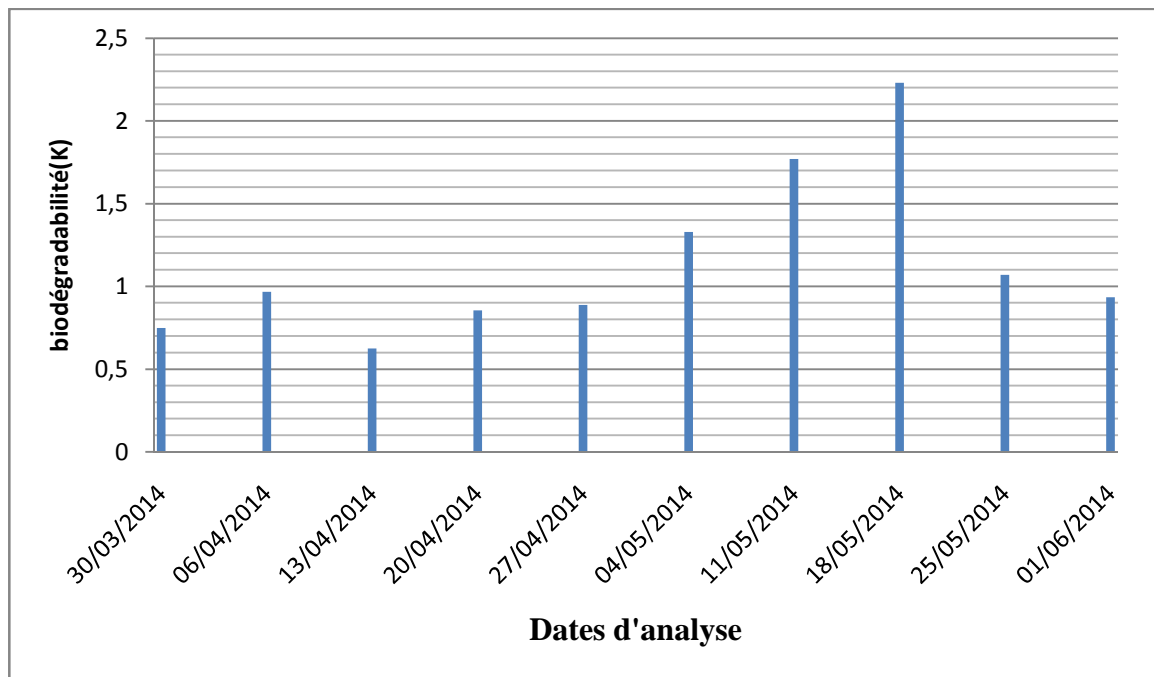


Figure IV-19 Variation de biodégradabilité de l'eau de la STEP

- **Interprétation :** D'après ces résultats obtenus sont comprises entre 0,748 et 1,77 avec une moyenne de 1,32. On peut conclure que les eaux usées de la région de Sidi bel Abbes sont moyennement dégradables.
- Le rapport entre la DCO et la DBO₅ permet de caractériser la nature de l'effluent en entrée de la STEP, il est en moyenne de $1.25 < 3$, ce qui confirme que les eaux usées traitées au niveau de la

STEP sont d'origine domestique. Selon BLIEFERT et PERRAUD, (2001) les valeurs de la DCO et la DBO₅ de l'eau traitée sont typique des eaux communales après épuration biologique.

IV.3.8. Conclusion :

Les résultats obtenus pour évaluer les performances de fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de Sidi bel abbes montrent que cette dernière traite les eaux usées ou les normes sont respectées, la quasi-totalité des paramètres contrôlés semblent satisfaire les conditions escomptées par ce projet. Néanmoins, La mise en place d'une méthodologie de suivi commune basés sur des indicateurs pertinents de performance permet de :

- . Prévoir les équipements nécessaire au suivi des la construction des installations.
- . Préparer l'exploitant au suivi et au pilotage de son installation.
- .Etablir les bilans de fonctionnement et d'interprétation des performances.
- . Apporter des solutions et des pistes d'amélioration.
- . Aider l'exploitation dans la conduite de l'exploitation et dans l'amélioration des performances de production énergétique.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion :

La station d'épuration des eaux usées est un maillon qui occupe une place primordiale dans le secteur sanitaire de la ville de Sidi Bel Abbes, grâce aux services qu'elle fournit, elle cède les besoins d'une large tranche de population en traitant les effluents de la ville et celle des communes de Sidi Lahcen et Amarna et produit des eaux conformes à l'irrigation et des boues utilisables comme engrais dans l'agriculture qui doivent être valorisées et non pas recirculées vers l'oued de Makera pour compenser au moins les pertes économiques consacrées pour la gestion de la station, pour cette fin les autorités de la ville sont invité à réfléchir et agir sérieusement pour trouvé la bonne solution sachant que de nombreux agriculteurs trouve une grande difficulté à irriguer leurs terres et d'acheter les engrais.

Actuellement la bonne gestion de la station et son bon rendement offre un avantage pour la ville en matière de propreté de l'environnement et l'hygiène de vie sans oublier le secteur agricole qui est le grand bénéficiaire (eaux d'irrigation et engrais), cependant à titre de conclusion, il semble très intéressant de mettre en évidence les questions actuelle qui se posent sur l'avenir de la station, au centre de cette question se trouve naturellement le problème de l'augmentation démographique de la population et l'émergence de nouvelles nécessités et de nouveaux problèmes, donc c'est évident de s'interroger et de savoir comment les acteurs de ce secteur vont réagir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

- [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 floes, 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, pp382.
- [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 méditerrané, 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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [19]ASSOBHE Ali, Traitement des eaux usées domestique par biodénitrification : effet du nitrate, mémoire master, Université ChouaibDoukkali, 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 résiduelles 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 résiduelles 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=img&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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[37]documentation STEP, 2014

[38]Document technique, ONA Office National d'assainissement pour la récupération et l'élimination des déchets, Laboratoire ONA– STEP –sidi bel abbes jour d'exploitation, 2014.

[39]AMARI, N. ZIAD, I. 2011. *La réutilisation des eaux usées urbaines (station d'épuration de Sidi Bel Abbes)*. Mémoire de fin d'étude, université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbes, 2011

[40]AUBERT, M, L. 1980. Pollution des eaux. Paris : édition Masson, volume 1-2

[41]AYACHE, A, MEROUFEL, A. 2007. *étude de l'efficacité de fonctionnement de la station d'épuration de Sidi Bel Abbes*. Mémoire d'ingénieur d'état, Université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbes,

[42]EMILIAN, K, L. 2004. Traitement des pollutions industrielles. Paris : édition Dunod

[43]François, Denis.Marie-Cécile, Ploy. Christian, Martin. Édouard, Bingen. Roland, Quentin. 2007.Bactériologie médicale Techniques usuelles. Paris : MASSON, 2007. p. 594. 978- 2- 21- 101176.

[44]Guide de l'assainissement individuel.FRANCEYS, R, L. 1995. Genève : Organisation mondiale de la santé, 1995. P3, P4.

[45]J.O du 19 janvier 1980. Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale. Méthodes générales d'analyse bactériologique. (arrêté du 21 décembre 1979 modifié). Dénombrement des streptocoques fécaux.

[46]KRACHAI, K, GHEZIL, M. 2007. contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux usées traitées de la station d'épuration de la ville de Sidi Bel Abbes et leurs possibilité d'utilisation ; mémoire d'ingénieur d'état, université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbes,

[47]MAGASSOUBA, M. 2008. *Epuration et réutilisation des eaux usées dans les activités agro-industrielles*. Mémoire de fin d'étude, Université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbes, 2008

[48]Rodier, J. 1984. L'analyse de l'eau. Dénombrement des streptocoques fécaux présumés (Méthode par ensemencement en milieux liquides). Dunod 7ème Ed., 825-828.

[49]webmaster1. demande biologique en oxygène. wikipedia. [En ligne] [Citation : 15 10 2011.] http://fr.wikipedia.org/wiki/Demande_biologique_en_oxyg%C3%A8ne

[50] BLIEFERT et PERRAUD, (2001) ; chimie de l'eau.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe I : Plan de la station

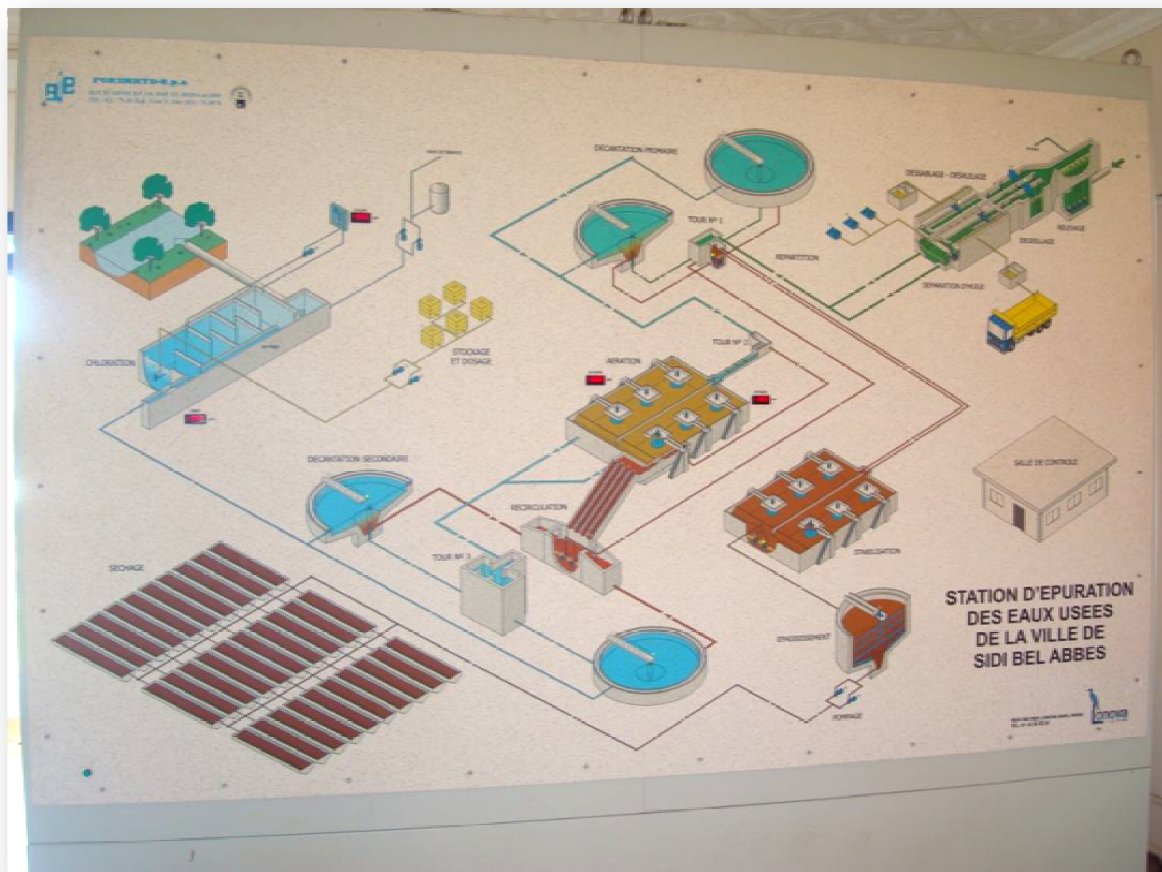


Figure: Plan de la station d'épuration de Sidi Bel abbes

- 1) *Prétraitement (dégrillage, dessablage, déshuilage)*
- 2) *Bassin de décantation primaire*
- 3) *Bassin d'aération «traitement biologique »*
- 4) *Bassin de décantation secondaire*
- 5) *Bassin de stabilisation des boues*
- 6) *Bassin de chloration*
- 7) *Lits de séchage*
- 8) *laboratoire*

Type de réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population	220 000 E q /hab
Débit moyen journalier	28000 m ³ /j
Débit à déverser en cas de pluies	2920 m ³ /h
Débit de pointe sur 14 h	2000 m ³ /h
DBO ₅	11880 kg/j
MES	15400 kg/j

ANNEXES

Annexe III : Fiche des analyses quotidiennes

Date : 6 avril 2014

Tableau 1 : résultats d'Analyse d'échantillons ponctuels

N°	Heure	échantillon	Effluent	Volume de la prise d'essai (ml)	T(C°)	PH
1	08h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	29,6	7,13
			Sorti	200ml	29,9	7,13
2	09h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	30,8	7,59
			Sorti	200ml	30,0	7,71
3	10h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	30,4	7,52
			Sorti	200ml	30,5	7,69
4	11h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	30,6	7,61
			Sorti	200ml	30,2	7,79
5	12h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	30,7	7,61
			Sorti	200ml	30,6	7,74
6	13h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	31,5	7,56
			Sorti	200ml	32,6	7,67
7	14h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	31,8	7,61
			Sorti	200ml	32,7	7,73
8	15h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	32,0	7,59
			Sorti	200ml	31,8	7,72
9	16h 00	Ponctuel	Entrée	200ml	32,3	7,66
			Sorti	200ml	32,2	7,81

ANNEXES

Tableau 2 : Résultats d'Analyses d'échantillons composites

Paramètre	Entrée	Sortie
Couleur	Marron foncé	Jaune claire
Odeur	Désagréable	Aucune
PH	7,54	7,66
Conductivité (µs/cm)	1629	1356
Salinité (mg/l)	105	87
Turbidité (NTU)	95	81,33

D'après les analyses des échantillons ponctuels on remarque que le traitement a modifier les paramètres indicateurs de pollution, la couleur est passée du marron foncé vers le jaune transparent et l'eau à perdu son odeur désagréable. La température des eaux traitées décent légèrement de celle des eaux brute ceci peut être expliqué par la diminution de la teneur en matière organique qui retient la chaleur .tandis que le PH des eaux traitées augmente légèrement de ce des eaux brutes mais sans dépasser la norme (entre 5,5 et 9), cette augmentation est du aux composés basiques (NH₄⁺, nitrate et nitrite) issues de la dégradation des matières organiques (OMS, 1995).

On note aussi une diminution pour les eaux traitées des paramètres suivant : conductivité, salinité et turbidité ce qui témoigne l'efficacité du traitement.

Les matières en suspension sont considérées comme de bons indicateurs de pollution, l'analyse des échantillons d'eaux brutes et traitées révèle un passage des MES de 1206mg/l pour les eaux brute à 18mg/l pour les eaux traitées ainsi on peut estimer le rendement de la station à 98%.

Indice de Mohlman :

Tableau 3 : Résultats d'analyses (l'indice de Mohlman)

	Unité n°1	Unité n°2
. m1	1,0599g	1,1226g
. m2	3,3765g	4,6207g
V30	150ml	230ml
MS	2,31g	3,49g
IM=V30/MS	64ml/g	65ml/g
Interprétation	Moyenne décantation	Moyenne décantation

ANNEXES

Résultats d'analyses hebdomadaires :

Date de prélèvement: 13 avril 2014

Date d'analyse : 14 avril 2014

Nature de l'échantillon : Composite

Tableau 4 : Résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques

	Paramètre	Volume	Temps de réaction	résultats		
Eau brute	Nitrate	25ml	15mn	NO3-N=0,1	NO3- =0,44	
	Nitrite	10ml	20mn	NO2-N=0,01	NO2=0,03	NaNo2 =0,05
	Phosphate	10ml	2mn	Po4=3,08	P=1,00	P2O5 =2,3
	Ammoniaque	25ml	1mn	NH3-N= 3,45	NH3=4,2	NH4+ =4,44
Eau épurée	Nitrate	25ml	15mn	NO3-N=0,17	NO3- =0,79	
	Nitrite	10ml	20mn	NO2-N=0,05	NO2=0,16	NaNo2 =0,24
	Phosphate	10ml	2mn	Po4=3,045	P=1,12	P2O5 =2,57
	Ammoniaque	25ml	1mn	NH3-N= 4,80	NH3=5,83	NH4+ =6,18

	Paramètre	Volume	Temps de réaction	Gamme	Résultats	Interprétation	Rendement
Eau brute	DCO	2ml	148C° pendant 2heures	MR : 0- 1500 ppm	707,74mg/l	Les résultats sont conformes aux normes selon le marché de gestion	95,17%
Eau épurée	DCO	2ml		LR : 0- 150 ppm	34,13mg/l		
Eau brute	DBO5	100ml		999	356mg/l	Les résultats sont conformes aux normes selon le marché de gestion	95,70%
Eau épurée	DBO5	400ml		90	15,3mg/l		

ANNEXES

Tableau 5 : La moyenne des résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques durant le mois d'Avril

paramètre	Entrée	Sortie	Normes de réutilisation	Rendement
Couleur	Marron foncé	Jaune clair		-----
Odeur	Désagréable	Sans		-----
PH	8,06	8,01	5,5 à 9	-----
Turbidité	561 μ s/cm	19,20 μ s/cm	Inférieure à 50 μ s/cm	96,57%
Salinité	1400mg/l	1220mg/l		12,87%
Conductivité	1720 μ s/cm	1442 μ s/cm		21,97%
DCO	35mg/L	20mg/l	Inférieure à 30mg/l	42,85%
DBO5	15,9mg/l	9,09mg/l	Inférieure à 30mg/l	42,83%
MES	8081mg/l	5mg/l	Inférieure à 90mg/l	99,39%

Résultats d'analyse de boues :

Date : 27 avril 2014

Nature de l'échantillon : échantillon ponctuel

Heure de prélèvement: 10H

Tableau 6 : Résultats d'analyses des boues stabilisées

	Bassins d'aération : unité 1	Bassins d'aération : unité 2
.m0 (g)	47,7453	46,8801
.m1(g)	47,9340	47,0815
V30 (ml)	140	150
MS (g/l)	1,88	2,01
IM (ml/g)	74	74
Interprétation	Bonne décantation	bonne décantation

ANNEXES

Tableau 7 : Résultats d'Analyses de la boue sèche

. m ₀ :(g)	47,7446
Masse de la prise d'essai	10
.m :(g)	57,7457
. m ₁ :(g)	57,0256
MS :(g/kg)	928
Siccité (%)	92%

$$Siccité = \frac{(m_1 - m_0)}{(m - m_0)} * 100 \quad \text{EQ.1}$$

$$Siccité = \frac{(57,0256 - 47,7446)}{(57,7457 - 47,7446)} * 100$$

Siccité=92%