

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 République Algérienne Démocratique et Populaire
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
 المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
 Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement
 du Littoral



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
 d'Ingénieur en Sciences de la Mer**

Option : Environnement

Thème :

**Etude des performances d'une station d'épuration des eaux
 usées : Cas de la STEP de BARAKI**

Présenté par :

GHRIBI Soraya

KEHIHA Bidaa

Soutenu le 09/07/2017 devant le jury composé de :

M. SEFIANE O.	Maître de conférences	ENSSMAL	Président
M. BOULAHIDID M.	Professeur	ENSSMAL	Examineur
M. AROUA M.	Doctorant	ENSSMAL	Examineur
M. DRICHE M.	Maître de conférences	ENSSMAL	Promoteur

Année universitaire : 2016-2017

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mon Dieu le tout puissant, créateur du ciel et de la terre, lui qui m'a toujours soutenue dans de bons et mauvais jours durant mes périodes d'étude en Algérie, qui aplanisse mes sentiers et qui ouvre les portes à ma faveur, celui qui m'a accordé sa grâce, sa bonté, sa sagesse et l'intelligence de réaliser ce modeste travail. L'honneur et la gloire te soient tendus.

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi ♥ **mon père** ♥.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur; ♥ **maman** ♥ que j'adore.*

Aux sources de ma joie: Chamou, haifaa, wissal, Ibtihal et ma petite Loulou qui m'ont toujours soutenu moralement et par leurs prières dans mes études, que Dieu vous accorde sa grâce et vous bénisse dans une grande dimension.

Je rends un vibrant hommage à Mohamed pour m'avoir supporté et encouragé pendant toute l'année. Que Dieu te protège et te laisse à mes côtés. Et ouvre nos chemins vers du bonheur de joie et de prospérité

A mon binôme Barbie pour sa disponibilité, sa patience et sa motivation au travail de ce mémoire, que Dieu te protège, ta famille et d'accorde tout ce que tu entreprendras dans ta vie.

A mes sœurs Maya, Salma, Vanissa et Gamra Pour leur soutien et encouragements continus.

A tous ceux et celles qui m'ont soutenus et m'encouragé de près ou de loin.

KEHIHA Bidaa

Dédicace

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

S'est réalisé ce modeste travail.

Je dédie ce travail à :

♥A ma mère♥

Tu ma donnée la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée.

♥A mon père♥

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

*Mes très chers frères **Malek** et **Ridha**, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*Mes adorables sœurs **Imene**, **Vanessa** et **Khadija** : je vous souhaite un avenir plein de joie et de sérénité. Je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.*

*A mon binôme **NOOR**, que dieu réunisse nos chemins pour un long parcours commun et serein et que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.*

Toute ma famille

Mes très chers amis

GHRIBI Soraya

Remerciement

Malgré les apparences, cette page est la plus difficile à rédiger. Comment formuler en si peu de mots toute notre reconnaissance aux personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail...?

Avant de présenter ce travail, tout d'abord, nous tenons à remercier notre grand seigneur Dieu tout puissant pour nous avoir donné la foi en Lui, d'avoir éclairé notre route et de nous avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr. DRICHE Mohamed qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail de fin d'étude, nous avons apprécié votre aide et vos conseils si précieux.

Votre rigueur scientifique et vos qualités pédagogiques nous ont aidés tout au long de la réalisation de ce travail, l'expression de notre estime et de notre reconnaissance.

Nous voudrions adresser nos gratitude à Madame OUELD MOUHAMED Chahrazed qui a acceptée d'être notre co-promotrice et pour le temps qu'elle nous a consacré tout le long de cette période (02 mois), sa patience et surtout pour son soutien inconditionné pour la tenue de ce travail, sans oublié toute l'équipe et personnel de la station d'épuration des eaux usées de BARAKI, spécialement Mr. SID ALI et l'équipe du laboratoire: Mme. BOUHALOUANE Y, Mme. BENNOUAR B, Mme. MERAD Y et Mlle. DEFFOUS C pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle.

Nos remerciements vont aux membres de jury de nous avoir honoré par leur présence et d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous adressons également nos profondes gratitude à tous les professeurs de l'ENSSMAL en particulier ceux du département d'environnement qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenues dans la poursuite de nos études; votre enseignement a porté ses fruits.

Nous ne pouvons pas oublier les soutiens de nos parents et proches durant ce travail, merci, nous tenons à les remercier pour leur patience pour le résultat final de ce travail. Nos remerciements vont aussi à nos camarades de promotion pour leur précieuse et fraternelle aide.

On ne peut oublier toutes les personnes avec lesquels on a partagé de merveilleux moments en dehors de ce mémoire et avec lesquelles on a noué une forte amitié. Il m'est impossible de les nommer tous, mais ils se reconnaîtront bien là. On leur dit un grand merci pour les moments passés ensemble, ainsi que pour leur soutien durant les moments difficiles.

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

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	I
DEDICACE.....	II
DEDICACE.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES	V
NOMENCLATURE.....	VI
INTRODUCTION GENERALE	2
<u>1^{ère} PARTIE : SYNTHYSE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX USEES

1.1 Définition	4
1.2 Sources et composition des eaux usées	4
1.2.1 Eaux usées domestiques	4
1.2.2 Eaux pluviales	5
1.2.3 Eaux industrielles	5
1.2.4 Eaux agricoles	5
1.3 Mode de collecte	5
1.3.1 Réseau unitaire	5
1.3.2 Réseau séparatif.....	5
1.4 Les conséquences des eaux usées.....	6
1.4.1 Les conséquences écologiques	6
1.4.2 Les conséquences sanitaires	6
1.4.3 Les conséquences agricoles.....	6
1.5 Les paramètres de pollution	6
1.5.1 Les paramètres physiques.....	6
1.5.1.1 La température de l'eau	7
1.5.1.2 L'odeur.....	7
1.5.1.3 La couleur.....	7

1.5.1.4 La turbidité	7
1.5.1.5 Les matières en suspension (MES)	7
1.5.2 Les paramètres chimiques	7
1.5.2.1 Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	7
1.5.2.2 L'oxygène dissous (OD).....	8
1.5.2.3 La demande chimique en oxygène (DCO).....	8
1.5.2.4 La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	8
1.5.2.4.1 La biodégradabilité.....	8
1.5.2.4.2 Matières oxydables.....	9
1.5.2.5 La conductivité.....	9
1.5.2.6 Autres éléments	10
1.5.2.6.1 L'azote	10
1.5.2.6.2 Le phosphore	11
1.5.2.6.3 Les micro-éléments.....	11
1.5.3 Les paramètres biologiques	11
1.6 Normes de rejets dans un milieu récepteur	12
1.6.1 Normes internationales de rejets	12
1.6.2 Normes algériennes	13

CHAPITRE II : PROCESSUS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

2.1 Techniques de traitement des eaux usées	16
2.1.1 Le prétraitement	16
2.1.1.1 Le dégrillage.....	16
2.1.1.2 Dessablage.....	16
2.1.1.3 Le dégraissage-déshuilage.....	17
2.1.2 Le traitement primaire (traitement physico-chimique)	17
2.1.2.1 Coagulation-floculation.....	17
2.1.2.2 La décantation	17
2.1.3 Traitement secondaire (traitement biologique)	18
2.1.3.1 Les différents procédés d'épuration biologiques	18
2.1.3.1.1 Les procédés biologiques extensifs	18
2.1.3.1.2 Les procédés biologiques intensifs.....	18
2.1.4 Le traitement tertiaire	18
2.2 Techniques de traitement des boues activées	19

2.2.1 Généralités sur les boues activées	19
2.2.2 Traitement des boues.....	19
2.2.2.1 Epaissement des boues.....	19
2.2.2.2 La déshydratation	19
2.2.2.3 Mode d'utilisation des boues	20
2.3 Paramètres microbiologiques	20

2^{ème} PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.1 Présentation de l'organisme d'accueil « SEAAL ».....	22
3.1.1 Historique	22
3.1.2 Présentation de la SEAAL.....	22
3.1.3 Généralité sur les STEP.....	23
3.2 Présentation de la zone d'étude.....	23
3.2.1 La situation géographique	23
3.2.2 Présentation de la STEP de BARAKI.....	24
3.3 Filière eau.....	25
3.3.1 Les postes de relevage.....	25
3.3.1.1 Poste de relevage N°1 (PR 01).....	25
3.3.1.2 Poste de relevage N°2 (PR 02).....	25
3.3.2 Le Prétraitement	26
3.3.2.1 Le dégrillage.....	26
3.3.2.2 Le déssableur- déshuileur.....	27
3.3.3 Le traitement primaire	28
3.3.4 Le traitement secondaire	28
3.3.4.1 Le traitement biologique	28
3.3.4.2 Clarificateur.....	29
3.3.5 Traitement tertiaire	29
3.4 Filière boue.....	30
3.4.1 Définition des boues.....	30
3.4.2 Traitement des boues en excès	30

3.4.2.1 Recirculation des boues.....	30
3.4.2.2 Concentration	30
3.4.2.2.1 L'épaississement	30
3.4.2.3 Stabilisation.....	31
3.4.2.3.1 Digestion anaérobie des boues	31
3.4.2.4 Concentration	31
3.4.2.4.1 La déshydratation	31
3.5 Schéma résumant les différents techniques de traitements de la STEP	32
3.6 Prélèvement et échantillonnage.....	34
3.6.1 Matériels de prélèvement	34
3.6.2 Préparation et conservation des échantillons	34
3.7 Les principaux descripteurs de la qualité de l'eau	34
3.7.1 Les paramètres physico-chimiques	34
3.7.1.1 Aspect physique	34
3.7.1.1.1 Matières en suspension (MES).....	34
3.7.1.1.2 Température	35
3.7.1.1.3 pH.....	36
3.7.1.1.4 Conductivité	36
3.7.1.2 La teneur en matière organique dans l'eau	37
3.7.1.2.1 La demande chimique en oxygène (DCO).....	37
3.7.1.2.2 La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	38
3.7.1.3 Paramètres de pollution azotée et phosphoriques	38
3.7.1.3.1 Dosage de l'Azote total.....	38
3.7.1.3.2 Dosage des Nitrites (N-NO ₂ ⁻).....	39
3.7.1.3.3 Dosage des Nitrates (N-NO ₃ ⁻).....	40
3.7.1.3.4 Dosage de l'Azote Ammoniacale (N-NH ₄ ⁺).....	41
3.7.1.3.5 Dosage de phosphore total (PT)	42
3.8 Les principaux descripteurs des boues	42
3.8.1 Calcul de D30.....	43
3.8.2 Calcul de la matière en suspension par centrifugation (MES)	43
3.8.3 Calcul de la matière sèche	44
3.8.4 Calcul de la matière volatile sèche (MVS).....	44
3.8.5 Mesure du pH.....	45

3.8.6 Le rapport AGV/TAC	45
3.8.7 Détermination de TAC (Titre Alcalimétrique Complet).....	45
3.8.8 Détermination de l'AGV (Acide Gras Volatile)	46
3.9 Observation microscopique.....	46

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Filière eau.....	48
4.1.1 Les paramètres physico-chimiques	48
4.1.1.1 La température (T°C)	48
4.1.1.2 Le pH.....	49
4.1.1.3 Conductivité	50
4.1.2 Pollution organique	50
4.1.2.1 La DCO	50
4.1.2.2 La DBO ₅	51
4.1.2.3 Matière en suspension (MES)	52
4.1.3 Pollution minérale	53
4.1.3.1 Azote totale (NT)	53
4.1.3.2 N-NH ₄ ⁺	54
4.1.3.3 N-NH ₃	54
4.1.3.4 Le PT.....	55
4.2 Filières boues.....	56
4.2.1 Le pH.....	56
4.2.2 La MES	56
4.2.3 La MS	57
4.2.4 La MVS	58
4.2.5 La TAC et l'AGV	58
4.2.6 Le Rapport AGV/TAC:.....	59
4.2.7 Pollution microbiologique.....	60
4.3 Conclusion.....	60
CONCLUSION GENERALE	62

Tableau I.1 : Calcul de la minéralisation à partir de la conductivité (RICHARD et CGUYENVAN, 1961)	9
Tableau I.2 : Normes de rejet international.	12
Tableau I.3 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).	13

Figure III.1 : Situation géographique de la STEP de Baraki	24
Figure III.2 : Vis d'Archimède 1	25
Figure III.3 : Vis d'Archimède 2	26
Figure III.4 : Dégrilleurs, les sondes	27
Figure III.5 : Dessableur-déshuileur, racle de fond	27
Figure III.6 : Pont racleur, classificateur à sable	28
Figure III.7 : Bassin d'aération.....	29
Figure III.8 : Clarificateur vide, clarificateur plein	29
Figure III.9 : L'épaississeur, l'arrivé de la boue	30
Figure III.10 : Digesteurs	31
Figure III.11 : Préparation, malaxation	32
Figure III.12 : Silo à bande, filtre de polymère boue/polymère	32
Figure III.13 : Un synoptique détaillé de la STEP de BARAKI	33
Figure III.14 : Diapositive de filtration, filtre à fibre de verre	35
Figure III.15 : pH-mètre	36
Figure III.16 : Conductimètre.....	37
Figure III.17 : Kit réactifs LCK 314, Thermostat.	37
Figure III.18 : OXYTOP	38
Figure III.19 : Spectrophotomètre Hach DR2800, Kit réactifs LCK238, Kit réactifs LCK338 .	39
Figure III.20 : Kit réactifs LCK 341	40
Figure III.21 : Kit réactifs LCK 339.....	41
Figure III.22 : Kit réactifs LCK 303.....	41
Figure III.23 : Kit réactifs LCK 350.....	42
Figure III.24 : La D_{30}	43
Figure III.25 : Les boues	44
Figure III.26 : pH mètre.....	45
Figure III.27 : Centrifugeuse	46
Figure IV.28 : Variation de la température suivant les étapes de traitement.....	48
Figure IV.29 : Variation du pH en fonction du temps	49
Figure IV.30 : Variation de la conductivité	50
Figure IV.31 : La variation de la DCO	51
Figure IV.32 : Variation de la DBO_5	52
Figure IV.33 : Variation de MES.....	52
Figure IV.34 : Variation de NT.....	53
Figure IV.35 : Variation de $N-NH_4^+$	54

Figure IV.36 : Variation de N-NH ₃	55
Figure IV.37 : Variation de PT	55
Figure IV.38 : Variation du pH en fonction du temps	56
Figure IV.39 : Variation de MES.....	57
Figure IV.40 : Variation de la MS	57
Figure IV.41 : Variation de la MVS	58
Figure IV.42 : Variation du TAC et l'AGV	59
Figure IV.43 : Variation du rapport AGV/TAC	59

°C : Degrés Celsius

AFNOR : Association Française de la Normalisation

AGV : Acide Gras Volatile

ATU : Allyl Thio-Urée

BBE : Boue Biologique Epaissie

BD : Boue Déshydratée

BE : Boue Epaissie

BM : Boue Mixe

BP : Boue Primaire

BpE : Boue pré-Epaissie

BPE : Boue Primaire Epaissie

BS : Boue digérée

CH₄ : méthane

cm : centimètre

Cond : conductivité

Cr₂O₇²⁻ : dichromate

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène

DCO: Demande Chimique en Oxygène

DRHEE : Direction des Ressources Hydrauliques et de l'Économie de l'Eau

EE : eau épurée

EB : eau brute

Eq.Hab : l'équivalent habitant

ERI : Eaux Résiduelles Industrielles

g : gramme

g/j : gramme par jour

H⁺ : ions d'hydrogène

H₂SO₄ : acide sulfurique

J : jour

K : constant de biodégradabilité

KCl : Chlorure de potassium

MTH : Maladies à Transmission Hydrique

MES : Matière En Suspension

mg/l : milli gramme par litre

moy : moyenne

MS : matière sèche

mS/cm : milli siemens par centimètre, dont 1mS/cm = 1000 µS/cm

MVS : Matière Volatile Sèche

NaOH : Hydroxyde de sodium

NH₃ : ammoniac

NH₄⁺ : l'azote ammoniacal

NO₂⁻ : nitrites

NO₃⁻ : nitrates

NT : l'azote total

O₂ : gaz d'oxygène

OD : Oxygène Dissous

OH⁻ : ions hydroxyde

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National de l'Assainissement

P₂O₅ : pentoxyde de phosphore

PCB : Polychlorobiphényles

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

pH : potentiel d'Hydrogène

PR : Poste de Relevage

PT : Phosphore Total

SEAAL : Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger

STEP : Station d'épuration

T°: Température

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

UV : Ultra-Violet

Introduction

L'eau nous entoure, nous porte, nous enveloppe. L'eau est la source de vie, comme l'exprime le philosophe BACHELARD Gaston : « *Une goutte d'eau puissante suffit pour créer un monde et pour dissoudre la nuit. Pour rêver la puissance, il n'est besoin que d'une goutte imaginée en profondeur. L'eau ainsi dynamisée est un germe; elle donne à la vie un essor inépuisable* »

L'eau, ou autrement dite l'or bleu, constitue dans nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre.

La terre vue du ciel est une planète bleue, recouverte à 71% par les océans. Les continents ne représentent qu'un cinquième de la surface de l'hémisphère sud et un tiers de celle de l'hémisphère nord. Tout le reste c'est de l'eau..., il faut alors la préserver par tous les moyens possibles : diminution du gaspillage ; réutilisation des eaux usées et introduction de techniques spéciales de recyclage.

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources hydriques. Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où le recyclage des effluents urbains plus répandue. La Tunisie par exemple a une politique nationale de valorisation de cette catégorie d'eau.

En Algérie, le recyclage n'est pas très développé car le dispositif mis en place ne permet pas de faire face aux impacts des eaux usées sur la santé humaine et les ressources naturelles.

Dans notre mémoire, on s'intéresse à l'étude de la capacité de la STEP de BARAKI à respecter les normes algériennes. C'est pourquoi, Notre travail va se focaliser sur le processus d'épuration des eaux usées, en se basant sur l'analyse de quelques polluants.

Le traitement des eaux usées au niveau de cette station repose sur différents processus (physique, chimique et microbiologique) dont l'objectif est de ne pas produire une eau stérile mais plutôt celle qui ne présente aucun risque sanitaire et/ou environnemental.

La démarche entreprise pour la réalisation de ce travail comprend deux parties, la première partie présente une revue de la littérature dans le domaine de la pollution, la gestion et la réglementation environnementale et les systèmes d'épuration.

La deuxième partie présente: la zone d'étude, le matériel et les méthodes utilisées pour réaliser ce projet, les résultats obtenus, l'analyse et l'interprétation des résultats.

1^{ère} PARTIE :

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I :
GENERALITE SUR LES
EAUX USEES

1 Généralité sur les eaux usées

Introduction

L'eau est le principal constituant des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie. Sa disponibilité ainsi que son abondance jouent un rôle fondamental dans le développement et l'évolution des sociétés. Bien que l'eau soit la substance la plus abondante sur terre, elle n'est constituée que de 2.53% d'eau douce, le reste étant de l'eau de mer. Les 2/3 de cette eau douce sont immobilisés dans les glaciers et les neiges (BENALLAOUA, 2013).

C'est souvent lors des catastrophes écologiques que l'on prend conscience des dégradations que fait subir l'homme aux ressources hydriques. Cependant, la plupart de la pollution passe souvent inaperçue. Les industries, malgré leurs efforts, rejettent encore dans les milieux aquatiques des métaux lourds (mercure, plomb, cadmium...etc.) et des produits chimiques. Les agriculteurs ont également leur part de responsabilité en répandant sur leurs champs des engrais et des pesticides. De ce fait, chacun de nous est concerné (DESJARDINS, 1990).

1.1 Définition

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe, aussi les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations (PERRAUD et BLIEFFERT, 2001).

1.2 Sources et composition des eaux usées

On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées: les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales, les eaux agricole.

1.2.1 Eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont issues de la cellule d'habitation familiale; elles comprennent les eaux ménagères et les eaux des vannes.

Les eaux ménagères ont pour origines les cuisines et les salles de bains, elles sont chargées en MES et en matières organiques dissoutes ou minérales, et des eaux riches en phosphates, provenant du lavage des sols, des bains et des légumes etc.

Ces eaux ont souvent une température élevée et leurs rejets se fait de façon discontinue, suivant le rythme de la vie familiale.

Les eaux de vannes, par contre, proviennent des rejets des toilettes. Elles sont très chargées en urine et en matière fécale diluées avec l'eau des chasses (RAYMOND, 1988).

1.2.2 Eaux pluviales

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'utilisation humaine, car elles sont très douces. Mais, dans les zones industrielles où l'atmosphère est contaminée par les poussières, les métaux lourds (Pb, Hg, Zn...) et les gaz toxiques sa pureté devient moindre. (CARDOT, 1999).

1.2.3 Eaux industrielles

Elles sont tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique, qualifiés de rejets industriels. Elles concernent les rejets des usines ainsi que d'autres activités artisanales et commerciales (BAUMONT, 2005).

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent subir un prétraitement par les industries (GAUJOUS, 1995).

1.2.4 Eaux agricoles

Le secteur agricole produit aussi des eaux usées contenant essentiellement des matières azotées, phosphatées, des pesticides et des huiles minérales. Le lessivage des terres ayant reçu des engrais minéraux riches en phosphore et en azote, introduit dans le milieu récepteur une pollution directe par ces produits, indirecte par l'apport des sels nutritifs qui favorisent la prolifération des algues. Ces dernières, après avoir contribué à abaisser le taux d'oxygène et gêné la vie aquatique, rendent impossible l'existence d'êtres qui constituaient la population normale d'un milieu aquatique (BENSLIMANE, 2001).

1.3 Mode de collecte

Le principal système de collecte utilisé en assainissement est : la collecte des eaux usées, qui se fait par l'un ou l'autre réseau suivant :

- Le réseau unitaire ;
- Le réseau séparatif.

1.3.1 Réseau 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 son faible coût pour la gestion des connections vers la STEP par rapport au réseau séparatif.

Mais son 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 (AOULMI, 2007).

1.3.2 Réseau 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 milieu 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 (AOULMI, 2007).

1.4 Les conséquences des eaux usées

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en trois catégories principales:

1.4.1 Les conséquences écologiques

La pollution est due à la diminution de la teneur en oxygène dissout dans le milieu aquatique; cette diminution influe sur la vie des peuplements de ce milieu. En effet la dégradation des substances organiques par les microorganismes est un processus d'oxydation qui implique une consommation accrue en oxygène dissout dans les milieux récepteurs. Dans de telles conditions, il arrive fréquemment que le taux d'oxygène devient nul, ce qui provoque le développement d'autres organismes capable de vivre en anaérobiose (HAMMOUDI, 2007).

1.4.2 Les conséquences sanitaires

En effet les eaux usées peuvent avoir des conséquences sur la santé de l'Homme.

La pollution de certaines couches hydriques si elle a atteint des niveaux alarmants provoque des épidémies dues aux maladies à transmission hydrique (M.T.H) (BAOUIA et HABBAZ, 2006).

1.4.3 Les conséquences agricoles

L'eau est dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée). La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau.

Du même, les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols (BAOUIA et HABBAZ, 2006).

1.5 Les paramètres de pollution

Pour traiter l'eau, il est important de connaître les paramètres de pollution et de pouvoir les caractériser le plus précisément possible. Parmi tous les paramètres, on a retenu pour notre étude, les paramètres physiques, chimiques et biologiques.

1.5.1 Les paramètres physiques

Le phénomène de la pollution se traduit généralement par la modification des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. Un des moyens d'études de la pollution consistera à mesurer :

1.5.1.1 La température de l'eau

La température joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier l'O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (BENELMOUAZ, 2015).

1.5.1.2 L'odeur

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation elle dégage une odeur nauséabonde (LADJEL, 2006).

1.5.1.3 La couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous (THOMAS, 1995).

1.5.1.4 La turbidité

La turbidité est définie comme la réduction de la transparence de l'eau par la présence de matières non dissoute (BIUM et *al*, 2014) elle est mesurée :

- soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil de platine); elle est alors exprimée en mètre ;
- soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, formazine); elle est alors exprimée en mg/l de silice, de mastic, ...ou en unité (NTU, Nephelometric Turbidity Unit, ou JTU, Javkson ou FTU, Formazine) (GAUJOUS, 1995).

1.5.1.5 Les matières en suspension (MES)

Ce sont des matières solides contenues dans les eaux usées qui sont séparables par filtration, décantation ou centrifugation. Les teneurs en MES sont obtenues après séchage à 105°C (MELLOUK et ZIEM, 2009).

1.5.2 Les paramètres chimiques

1.5.2.1 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

La connaissance exacte du pH est essentielle dans le domaine de la qualité physique et de la résistance des ouvrages d'épuration (agressivité, corrosivité, entartage) (GOMELLA et GUERREE, 1978). Elle constitue une mesure de la concentration des ions H⁺ dans l'eau. Sa mesure doit avoir lieu le plus fréquemment possible car il influe sur :

- les propriétés physico-chimiques (acidité, alcalinité) ;

- les processus biologiques (dont certains exigent des limites très étroites de pH) ;
- l'efficacité de certains traitements (coagulation, adoucissement...etc).

Le pH est important pour la vie aquatique et le développement de la faune et de la flore existante dans les cours d'eau et les autres milieux récepteurs aquatiques (RODIER et *al*, 2009 in OUSSEDIK, 2010).

1.5.2.2 L'oxygène dissous (OD)

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (LADJEL, 2006).

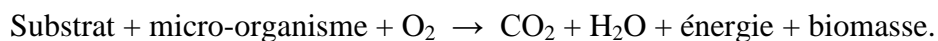
1.5.2.3 La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène est la quantité nécessaire à la dégradation chimique des matières organiques et minérales oxydables contenues dans l'eau. Certaines matières organiques sont difficilement biodégradables par les micro-organismes et pour pallier à cette difficulté, on utilise un fort oxydant chimique. La DCO détermine la quantité globale d'oxygène nécessaire à la dégradation de la pollution. Elle s'exprime aussi en mg d'O₂ /l (ELALAOUI et TAOUSSI, 2013).

1.5.2.4 La demande biologique en oxygène (DBO₅)

La demande biologique en oxygène exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé. Temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie.

Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours (METAHRI, 2012); c'est la DBO₅. Elle se résume à la réaction chimique suivante :



1.5.2.4.1 La biodégradabilité

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

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que $K = \text{DCO}/\text{DBO}_5$

- 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.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (METAHRI, 2012).

1.5.2.4.2 Matières oxydables

Les matières oxydables est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau .Elles sont définies à partir de la DBO₅ et de la DCO (GONDARD, 2003).

1.5.2.5 La conductivité

La mesure de conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées (THOMAS, 1995).

Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau.

La relation entre la conductivité et la minéralisation est représentée dans le tableau 1 (GAID ,1984).

Tableau I.1 : Calcul de la minéralisation à partir de la conductivité (RICHARD, 1996)

Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	Minéralisation (mg/l)
Conductivité inférieur à 50	$1,365\ 079 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$
Conductivité comprise entre 50 et 166	$0,947\ 658 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$
Conductivité comprise entre 166 et 333	$0,769\ 574 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$
Conductivité comprise entre 333 et 833	$0,715\ 920 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$
Conductivité comprise entre 833 et 10 000	$0,758\ 544 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$
Conductivité supérieur à 10 000	$0,850\ 432 \times \text{Conductivité (*) à } 20^\circ\text{C}$

(*) x 1,116 pour 25°C

1.5.2.6 Autres éléments

1.5.2.6.1 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^+) (MARTIN, 1979).

- L'azote organique

L'azote contenu dans les déjections animales, et plus généralement dans les matières organiques mortes, est progressivement libéré par l'activité de la microflore aérobie et anaérobie du sol, les acides uriques, les protéines (DUGUET et *al*, 2006).

- L'azote ammoniacal

Il traduit la transformation de l'azote organique des eaux usées domestiques par des processus biochimiques naturels dans le réseau d'égout.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ . En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrite puis en nitrate (CHERKI et HESSAS, 2009).

- Les nitrites (NO_2^-)

L'azote nitreux résulte soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal sous l'action des bactéries nitreuses (Nitrosomonas), soit par la réduction des nitrates par les bactéries dénitrifiantes (HAMMOUDI, 2007).

- Les nitrates (NO_3^-)

L'azote nitrique est produit par nitrification de l'azote ammoniacal ou alors de l'oxydation des nitrites sous l'action des bactéries de type Nitrobacter. La présence des nitrates indique une pollution ancienne en milieu oxygéné. Dans les eaux usées, l'azote se trouve principalement sous forme ammoniacale. Les concentrations des formes oxydées de l'azote sont faibles et de l'ordre de 1% de l'azote global (HAMMOUDI, 2007).

Une eau résiduaire urbaine contient en moyenne, 20-30mg/l d'azote organique, 30-40mg/l d'azote ammoniacal (REJSEK, 2002).

1.5.2.6.2 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 (MARTIN, 1979).

1.5.2.6.3) Les micro-éléments

- Les métaux lourds

Les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium...) sont les éléments métalliques de masse volumique élevée (supérieure à 5 grammes par cm^3) présents naturellement mais en quantités très faibles dans les sols, l'eau et l'air. Ils sont particulièrement toxiques.

Par extension, d'autres éléments toxiques sont rattachés à cette catégorie comme le zinc qui est un métal toxique mais pas particulièrement lourd, ou l'arsenic qui n'est pas un métal mais très toxique. C'est pourquoi, la réglementation regroupe ces éléments toxiques sous le terme "éléments traces".

- Les Hydrocarbures

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles.

Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon sont selon la méthode utilisée, car elles se rapportent à la détection partielle ou totale de composés différents (LARKEM et BACEL, 2005).

1.5.3 Les paramètres biologiques

Les eaux usées contiennent également des contaminants microbiologiques; des bactéries, des virus et des parasites pouvant présenter un caractère pathogène. La pollution bactérienne est due à l'usage de l'eau, en particulier, de baignade, à proximité des zones d'élevages aquacoles et à sa réutilisation à des fins de potabilisation. Il doit donc faire l'objet de précautions particulières (BOURRELIER et PEDRO, 1998).

1.6 Normes de rejets dans un milieu récepteur

En termes d'épuration, les eaux traitées sont rejetées dans l'environnement, généralement dans le milieu naturel récepteur précis : rivière, lac, mer, etc. Il est institué des contrôles périodiques et inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets (THOMAS, 1995).

1.6.1 Normes internationales de rejets

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter.

Un critère est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi (CSHPF, 1995).

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

Tableau I.2 : Normes de rejet international.

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

1.6.2 Normes algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant que ces eaux ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies par les pouvoirs publics, pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau 3:

Tableau I.3 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldabl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5

Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Fluor et composés	mg/l	15
Étain total	mg/l	02
Composés organiques chlorés	mg/l	05
Chrome total	mg/l	0,5
(*) Chrome III +	mg/l	03
(*) Chrome VI +	mg/l	0,1
(*) Solvants organiques	mg/l	20
(*) Chlore actif	mg/l	1,0
(*) PCB	mg/l	0,001
(*) Détergents	mg/l	2
(*) Tensioactifs anioniques	mg/l	10

CHAPITRE II :
PROCESSUS DE TRAITEMENT
DES EAUX USEES

2 Processus de traitement des eaux usées

Introduction

Afin de préserver l'environnement et les ressources en eau, les eaux usées doivent subir des traitements biologiques et physico-chimiques avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Ces traitements s'effectuent dans les stations d'épuration des eaux polluées (ElALAOUI et TAOUSSI, 2013).

2.1 Techniques de traitement des eaux usées

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs.

2.1.1 Le prétraitement

Les dispositifs de prétraitement physique 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 les particules les plus grossiers (LADJEL, 2006).

2.1.1.1 Le dégrillage

Il permet de filtrer les objets ou les détritiques les plus grossiers véhiculés par les eaux usées. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontal. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la STEP. Un espacement de 10mm (dégrillage fin) maximum est utilisé pour protéger les filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel (JOSEPH et *all*, 2002).

2.1.1.2 Dessablage

Les matières minérales grossières telles que les sables et les graviers, dont la vitesse de chute est inférieure à 0,3 m/s, susceptibles d'endommager les installations en aval, vont se déposer au fond d'un dessableur par décantation. Il faut 60 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui est ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation (JOSEPH et *all*, 2002).

2.1.1.3 Le dégraissage-déshuilage

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires.

Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients lors de leur traitement tel que :

- Envahissement des décanteurs ;
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs ;
- Mauvaise sédimentation dans les décanteurs ;
- Risque de bouchage des canalisations et des pompes ;
- Diminution du rendement du traitement qui arrive après (TELLI, 2013).

2.1.2 Le traitement primaire (traitement physico-chimique)

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en Suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) (HADJIOUBELAID, 2013).

2.1.2.1 Coagulation-floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation. La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées (LADJEL, 2006).

2.1.2.2 La décantation

- La décantation physique

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les stations d'épuration et de traitement des eaux. C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc, dont leur densité est supérieure à celle de l'eau. La décantation s'effectue selon un processus dynamique, assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration (MEKHALIF, 2009).

- La décantation physico-chimique

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération par l'injection des réactifs tels que: (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour la coagulation. Pour la floculation on utilise: les flocculant minéraux, les flocculant organiques (GAID, 1984).

2.1.3 Traitement secondaire (traitement biologique)

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants, essentiellement des bactéries (LADJEL, 2006).

2.1.3.1 Les différents procédés d'épuration biologiques

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont:

2.1.3.1.1 Les procédés biologiques extensifs

Ils reposent sur les phénomènes de l'auto-épuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours de décantation des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc.

a) Le lagunage (culture libre)

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux (JOSEPH *et al*, 2002).

2.1.3.1.2 Les procédés biologiques intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel sur des surfaces réduites (MEKHALIF, 2009).

2.1.4 Le traitement tertiaire

C'est un traitement complémentaire permettant d'obtenir une qualité d'effluent traité supérieur à celle obtenue par les procédés biologiques classiques, afin de répondre à l'amélioration des performances sur les paramètres classiques (MES, DBO₅, DCO).

2.2 Techniques de traitement des boues activées

2.2.1 Généralités sur les boues activées

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante: une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en floccs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération). Afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante (DHAOUADI, 2008).

2.2.2 Traitement des boues

2.2.2.1 Epaissement des boues

Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin :

D'en réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation (REJSERK, 2002).

2.2.2.2 La déshydratation

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

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

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850°C) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique (GONDARD-BADIA, 2003).

2.2.2.3 Mode d'utilisation des boues

Le problème des boues se pose en termes d'évacuation ; trois solutions sont possibles (REJSEK, 2002) :

- La mise en décharge des boues stabilisées et déshydratées, elle n'est autorisée à partir de 2002 ;
- La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de composte, mais toujours stabilisées ;
- L'incinération qui présente un intérêt pour les boues autocombustible, c'est-à-dire fraîches et déshydratées.

2.3 Paramètres microbiologiques

La composition des eaux usées dépend de leur origine : industrielle, domestique, etc. Elles peuvent contenir de nombreuses substances sous forme dissoutes ou solide ainsi que nombreux micro-organismes qui ont pour origine les matières fécales.

Ces micro-organismes regroupent quatre (04) familles qui sont par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Ils se subdivisent en : flore entérique normale et des micro-organismes pathogènes (BAUMONT et *al*, 2005).

2^{ème} PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III :

MATERIELS ET METHODES

3 Matériels et méthodes

Introduction

Ce chapitre est divisé en deux points, le premier fait une description générale de la zone d'étude présente la station d'épuration.

Le deuxième point porte sur la présentation du dispositif expérimental, le matériel utilisé et les méthodes appliquées au cours des analyses.

Dans le but de vérifier les performances épuratoires de la station et d'évaluer le niveau de pollution. L'opérateur de la STEP effectue quotidiennement des prélèvements de 8h30 à 14h00 et des analyses des eaux d'entrées brutes, de sortie épurées et des boues dans chaque phase de traitement; afin de déterminer les paramètres physico-chimiques et les paramètres de pollution.

Nous avons étudié, pour la filière eau, les paramètres suivants: T°, pH, MES, DBO₅, DCO, Conductivité, les paramètres azotiques (NT, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) et le phosphore total (PT).

3.1 Présentation de l'organisme d'accueil « SEAAL »

3.1.1 Historique

La société des Eaux et d'Assainissement d'ALGER « SEAAL » est née en 2006 de la volonté politique des autorités algériennes d'améliorer rapidement la quantité et le cadre de la vie des citoyens, en particulier dans la capitale (SEAAL, 2015).

3.1.2 Présentation de la SEAAL

La SEAAL est une société publique par action, l'algérienne des eaux (ADE) détient les 70 % des parts sociales, le reste soit 30 % est détenu par l'Office Nationale de l'Assainissement (ONA). Elle gère un réseau d'eaux usées de 4 500 km sur les périmètres d'ALGER et Tipaza pour acheminer les eaux vers 7 stations d'épuration et 52 postes de relevage sur ALGER et 8 sur Tipaza. Les postes de relevage ont un rôle principal de pompage des eaux au fil des variations topographiques des terrains vers les sites de traitement.

Sur ALGER : Baraki, Beni Messous, Reghaia, Staoueli.

Sur Tipaza : Hadjout, Chenoua, Koléo (SEAAL, 2015).

Les principales missions de la SEAAL sont :

La production d'eau potable ;

- La distribution d'eau potable ;
- La collecte et traitement des eaux usées (SEAAL, 2015).

Le bassin versant de la STEP de BARAKI regroupe plus que 80% des eaux usées de la wilaya d'Alger.

3.1.3 Généralité sur les STEP

Une station d'épuration est conçue afin de pouvoir traiter les eaux usées qui proviennent du milieu industriel ou domestique.

Une fois arrivées dans la station d'épuration, les eaux usées subissent différentes étapes de traitement pour devenir une eau épurée apte à être rejetée dans la nature sans risque de polluer le milieu récepteur.

3.2 Présentation de la zone d'étude

3.2.1 La situation géographique

La station d'épuration de BARAKI est située sur le secteur de la wilaya d'Alger au Nord de la commune de BARAKI (figure 1). Au Nord à moins de 1km, elle est limitée par la prise d'eau potable d'EL HARRACH et à 2,5km au Nord Est par la zone industrielle d'EL HARRACH.

La ligne de chemin de fer ALGER-BLIDA passe au Nord Ouest de la STEP. A l'Ouest, l'Oued El Harrach coule en direction du Nord. L'exploitation agricole d'Ali Talha est située à environ 300m au Nord de la STEP. Au Sud Est se trouve une ferme expérimentale, et au sud de la STEP se trouve le faubourg Ben Rhazi de BARAKI.

En 2013, l'Association Française de la Normalisation (AFNOR) a certifié conforme aux exigences ISO 9001/2008 les activités d'analyses et de contrôle des eaux de rejet et des boues de la station d'épuration de BARAKI.



Figure III.1 : Situation géographique de la STEP de Baraki

3.2.2 Présentation de la STEP de BARAKI

La station d'épuration de BARAKI a une capacité épuratoire de 900 000 Eq.Hab pour un débit moyen théorique de 148 000 m³ /jour.

Initialement mise en service en 1989, elle n'a pas fonctionné pendant une longue période, jusqu'à sa récente réhabilitation. Une extension a été réalisée cette année pour doubler sa capacité de traitement.

Cette station a reçu en moyenne 63.400 m³ /jour en 2013 et produit 12.200 tonnes de boues en excès avec 23,9% de siccité.

Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet supérieur à 99% et un rendement d'élimination de la pollution supérieur à 95%.

Le bassin de traitement reçoit les eaux domestiques évacuées de la station de pompage d'El-Harrach (70%) et 30% arrivent gravitairement dans un collecteur de Baba Ali. Une fois l'eau est épurée, elle sera acheminée directement pour être versée dans l'oued.

La station de BARAKI est de type boues activées, elle se compose de deux lignes :

- Ligne Eau : Elle s'intéresse aux différentes étapes de traitement des eaux usées commençant par les postes de relevage, le prétraitement et le traitement secondaire.
- Ligne boue : Son but essentiel est de réduire le volume des boues en éliminant l'eau par différents équipements.

3.3 Filière eau

3.3.1 Les postes de relevage

3.3.1.1 Poste de relevage N°1 (PR 01)

C'est le premier point d'entrée des eaux usées à la station d'épuration, alimenté par :

- L'émissaire venant de SRG2 ;
- Le collecteur Harrach industriel ;
- Retours en tête de la déshydratation.

Il est équipé de 3 vis d'Archimède (2 petites avec un débit unitaire de 8 640 m³/h et une grande avec un débit unitaire de 14 400 m³/h) qui assurent le relèvement des eaux usées (un relèvement d'une cote de 0.45m NGA jusqu'à 9.5m). Dans le cadre du marché d'extension de la station de BARAKI, le poste de relèvement PR01 est complété par l'ajout de deux pompes immergées de débit unitaire de 1476m³/h.

Le fonctionnement des vis se fait par rapport au niveau d'eau.



Figure III.2 : Vis d'Archimède 1

3.3.1.2 Poste de relevage N°2 (PR 02)

Le poste de relèvement PR02 est alimenté par :

- Le canal intermédiaire venant de PR01 ;
- La conduite Baba Ali

➤ Retours en tête des épaisseurs.

Le poste est équipé de quatre vis sans fin (3 vis de débit unitaire de $8640\text{m}^3/\text{h}$, et d'une vis de débit égal à $14\,400\text{m}^3/\text{h}$) et d'une pompe immergée d'un débit de $1044\text{ m}^3/\text{h}$, assurent le relèvement des eaux jusqu'au poste de dégrillage a une hauteur de 15.4 m NGA.

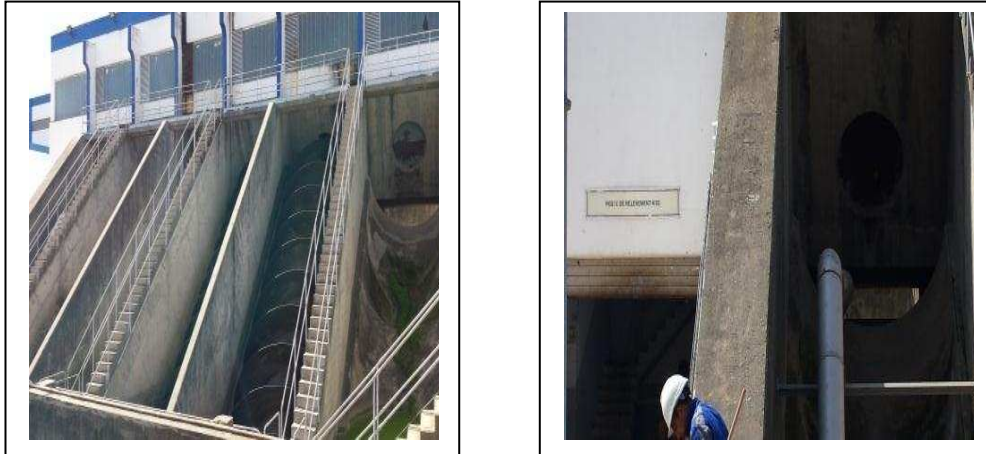


Figure III.3 : Vis d'Archimède 2

3.3.2 Le Prétraitement

Le prétraitement est nécessaire pour la protection du matériel.

3.3.2.1 Le dégrillage

Afin de retenir les déchets, la STEP est pourvu de trois dégrilleurs grossiers dont l'espace entre les barreaux est de 60 mm, et trois autres dégrilleurs fins dont l'espace entre les barreaux est de 20 mm. Ces déchets sont envoyés vers des bandes transporteuses (qui se trouvent derrière chaque dégrilleur) qui les amène vers la benne.

Les dégrilleurs sont équipés d'un peigne automatique de nettoyage afin d'éviter le colmatage.

Avant le dégrilleur on place des sondes qui affichent la valeur des paramètres suivantes:

- Température
- PH
- Conductivité
- Hydrocarbures



Figure III.4 : Dégriilleurs, les sondes

3.3.2.2 Le déssableur- déshuileur

La station est munie de quatre bassins déssableurs-déshuileurs.

L'eau dégrillée passe dans un autre bassin avec une vitesse ascendante très grande par rapport à la vitesse d'entraînement, ce qui assure la décantation du sable qui est ensuite évacué par des racleurs de fonds puis par des pompes d'aspiration et qui l'envoient vers le classificateur à sable, pour être enfin évacuer vers la décharge.

Les huiles par contre flottent à la surface de l'eau grâce aux minuscules bulles d'air injectées par des supprimeurs d'air qui se trouvent au fond du bassin. Les graisses sont ensuite raclées par un pont racleur puis envoyées à la décharge.

Le classificateur à sable : c'est un équipement constitué principalement d'une vis sans fin pour assurer une meilleure séparation entre l'eau et le sable.



Figure III.5 : Déssableur-déshuileur, racle de fond



Figure III.6 : Pont racleur, classificateur à sable

3.3.3 Le traitement primaire

La décantation primaire permet d'éliminer 70% des matières en suspension et 30% de DBO₅ et DCO, qui se déposent au fond du bassin ou elles constituent les boues dites primaires, celles-ci sont récupérées par raclage du fond du bassin et envoyés dans des épaisseurs pour y être traitées. la station dispose de quatre décanteurs primaire fonctionnant en même temps que le débit entrant.

3.3.4 Le traitement secondaire

Le traitement secondaire se fait le plus couramment par voie biologique.

3.3.4.1 Le traitement biologique

Son rôle est de dégrader la matière organique carbonée présente dans les eaux usées grâce aux micro-organismes (bactéries) avec ajout d'oxygène (méthode aérobie).

Le bassin d'aération : Ce bassin va fournir de l'oxygène à l'aide des sulfateurs d'air (3 turbocompresseurs) afin de maintenir une aération constante dans l'eau. Les bactéries vont se nourrir de matières ou de déchets biodégradables et les convertir en produits simples décantables.

La STEP est constituée de 4 bassins d'aération de volume unitaire de 18 000 m³.



Figure III.7 : Bassin d'aération

3.3.4.2 Clarificateur

Le clarificateur est un bassin circulaire équipé d'un pont racleur ou s'effectue la séparation par décantation, des flocs biologiques constitués dans le bassin d'aération de l'eau traitée.

Le floc biologique constituant les boues sédimentées sont au fond de l'ouvrage alors que l'eau clarifiée est évacuée par une surverse située sur la périphérie de l'ouvrage.

Les boues sédimentées ou les boues en excès sont évacuées du clarificateur par des ponts suceurs pour être envoyés vers la file boue, ou réinjectées dans le bassin d'aération afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire à la dégradation de la pollution (boue recerclée).

8 clarificateurs circulaires assurent la décantation dans la STEP de BARAKI.



Figure III.8 : Clarificateur vide, clarificateur plein

3.3.5 Traitement tertiaire

L'objectif des traitements tertiaires est d'éliminer les éléments indésirables tels que les MES, la DCO (dure et colloïdale), le phosphore, et les composés spécifiques (pesticides, métaux, détergents...).

Ils visent à améliorer la qualité de l'eau épurée en vue de leur rejet dans le milieu naturel ou de leur réutilisation. Plusieurs techniques peuvent être appliquées dans ce traitement mais la station de BARAKI va utiliser la désinfection par UV qui est en cours d'installation.

3.4 Filière boue

3.4.1 Définition des boues

Les boues d'épurations sont des résidus du traitement des eaux usées par des STEP, elles sont constituées de matières organiques (bactéries mortes) et de matières minérales. Ces boues passent par une série de traitement afin de réduire leur volume et les rendre stable avant d'être envoyées à la décharge.

3.4.2 Traitement des boues en excès

3.4.2.1 Recirculation des boues

La recirculation des boues est assurée par deux vis d'Archimède de capacité unitaire 3150 m³/h.

Elle fonctionne automatiquement suivant une plage horaire définie par le débit entrant de la STEP et le taux de recirculation est défini par l'opérateur. Ces boues recyclées seront utilisées Pour retraiter les eaux usées de la STEP.

3.4.2.2 Concentration

C'est la première étape de traitement des boues.

3.4.2.2.1 L'épaississement

Cette étape a pour but de réduire le volume en augmentant la concentration. La STEP de BARAKI est constituée de deux épaisseurs (figure 9) qui ont pour objectif de limiter le volume des boues à transporter vers le digesteur, c'est dans l'épaississeur que les boues primaires et les boues en excès sont mélangées. Les boues épaissies sont transportées du fond de l'ouvrage vers les digesteurs à l'aide des trois pompes.



Figure III.9 : L'épaississeur, l'arrivé de la boue

3.4.2.3 Stabilisation

C'est la deuxième étape de traitement des boues.

3.4.2.3.1 Digestion anaérobie des boues

Il s'agit d'un procédé qui permet de réduire la masse (matières sèches) et de stabiliser la matière organique et donc de diminuer les nuisances olfactives tout en produisant une énergie valorisable « le biogaz ».

La digestion anaérobie permet une réduction de la matière organique des boues par des bactéries en l'absence d'oxygène. Les boues épaissies fermentent en séjournant au sein d'un digesteur. Les boues malaxées avec le gaz digestif et chauffées, elles abandonnent une partie de leur humidité. Sous l'effet des ferments anaérobies qui se développent au sein de la masse de boue, certaines matières organiques sont dissociées en matières minérales et en méthane (CH_4). Le biogaz peut être valorisé en chaudière, la chaleur produite peut être utilisée pour le chauffage.

La station comprend :

- Deux digesteurs primaires brassés et chauffés alimentés par les boues épaissies;
- Un digesteur secondaire brassé non chauffé alimenté par les boues digérées primaires.



Figure III.10 : Digesteurs

3.4.2.4 Concentration

C'est la dernière étape de traitement des boues.

3.4.2.4.1 La déshydratation

La déshydratation des boues en excès est assurée par des filtres à bande. Les boues traitées sont mélangées avec le polymère (pour agglomérer la boue).

Ce mélange est déversé sur un tapis roulant perméable qui assure l'élimination de l'eau de ces boues au fur et à mesure de leur passage sur le tapis.

Leur état physique est donc modifié de l'état liquide à l'état pâteux. Ces boues sont ensuite stockées dans des silos avant d'être envoyées à la décharge. La station comprend 12 filtres à bandes.



Figure III.11 : Préparation, malaxation



Figure III.12 : Silo à bande, filtre de polymère boue/polymère

3.5 Schéma résumant les différents techniques de traitements de la STEP

Le schéma suivant présente les différentes techniques de traitement des eaux usées au niveau de la STEP de BARAKI (filière eau /boue) :

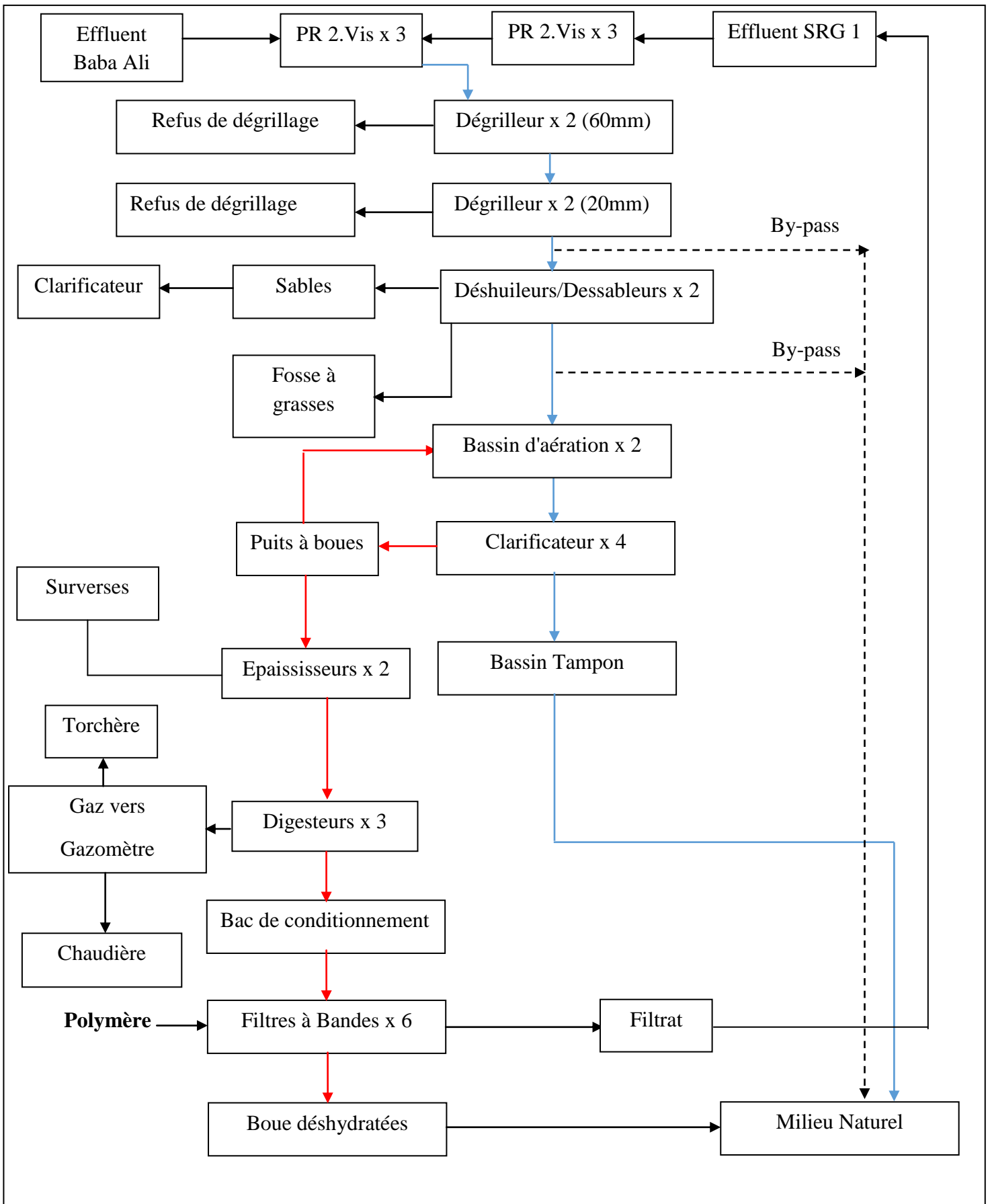


Figure III.13 : Un synoptique détaillé de la STEP de BARAKI

3.6 Prélèvement et échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène et représentatif (RODIER et *al*, 2005).

3.6.1 Matériels de prélèvement

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. Nous avons utilisé, lors des prélèvements effectués pour notre étude, des flacons de 500ml, bien propres en polyéthylène haute densité (PEHD), rincés au moment de l'emploi 03 fois avec de l'eau à examiner.

Les récipients sont remplis complètement et le bouchon en téflon est placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et que l'eau ne soit pas éjectée au cours du transport. Le rinçage préalable du matériel de prélèvement à pour but de réduire au minimum le risque de contamination.

3.6.2 Préparation et conservation des échantillons

- Les échantillons doivent, de préférence, être placés dans des flacons en verre.
- Eviter de remplir les flacons entièrement pour permettre un mélange homogène lors de l'agitation.
- Analyser l'échantillon dans les plus brefs délais, si possible dans les 4h suivant le prélèvement.
- Conserver les échantillons, qui ne peuvent être analysés dans les 4h, à l'abri de la lumière, à une température de 4°C.

3.7 Les principaux descripteurs de la qualité de l'eau

3.7.1 Les paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques doivent être faites le plus tôt possible après le prélèvement, pour permettre d'avoir des résultats représentatifs et fiables. Elles regroupent les mesures des paramètres faites au laboratoire.

3.7.1.1 Aspect physique

3.7.1.1.1 Matières en suspension (MES)

Matières éliminées par filtration ou centrifugation, dans des conditions définies. Méthode par filtration sur fibre de verre (ISO 11923).

Domaine d'application

La méthode par filtration sur fibre en verre s'applique lorsque la teneur en MES dans l'échantillon est $\leq 2\text{mg/l}$.

Principe

L'eau est filtrée et le poids de la matière retenue par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

Expression des résultats

La teneur en MES est calculée d'après l'expression:

$$P = (M_1 - M_0) \times 1000/V$$

P : teneur en matière en suspension (mg/l)

M_0 : masse de la capsule vide (mg)

M_1 : masse du creuset et de son contenu après séchage à 105°C et dessiccation (mg)

V : volume de la prise d'essai (ml)



Figure III.14 : Diapositive de filtration, filtre à fibre de verre

3.7.1.1.2 Température

La température est un paramètre physique jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre.

3.7.1.1.3 pH

Le pH est l'une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance.

La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH.

Principe

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.



Figure III.15 : pH-mètre

3.7.1.1.4 Conductivité

Principe

Détermination directe à l'aide d'un conductimètre de solutions aqueuses. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau et dépend de la concentration des ions, de leur nature, de la température et de la viscosité de la solution.

Expression des résultats

La valeur de la conductivité s'affiche directement sur l'appareil en ($\mu S/cm$).



Figure III.16 : Conductimètre

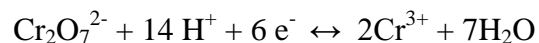
3.7.1.2 La teneur en matière organique dans l'eau

3.7.1.2.1 La demande chimique en oxygène (DCO)

La méthode (LCK 114/314) est applicable pour les eaux de rejets (urbaines, industrielles) et pour les eaux brutes (eaux de surface, eaux souterraines).

Principe

Le principe de cette méthode est basé sur l'oxydation par ébullition (à 148°C) de certaines matières contenues dans l'échantillon par le dichromate de potassium en présence d'acide sulfurique (milieu acide), et par l'intermédiaire d'un catalyseur (sulfate d'argent) afin de faciliter l'oxydation. Cette méthode repose sur un dosage spectrométrique de l'oxydant consommé (Cr^{3+} formé lors de l'oxydation de la matière organique de l'échantillon par la réduction de dichromate de potassium):



Expression des résultats

La valeur de la concentration de la DCO s'affiche directement sur l'écran du spectromètre en $\text{mg O}_2/\text{l}$.



Figure III.17 : Kit réactifs LCK 314, Thermostat.

3.7.1.2.2 La demande biologique en oxygène (DBO₅)

Méthode instrumentale OxiTop® IS 12 (Manométrie)

Principe

C'est la mesure de l'oxygène consommé en 5 jours par un échantillon placé dans une enceinte thermo staté à 20°C. Les microorganismes présents, consomment l'oxygène dissous nécessaire pour la dégradation de la matière organique biodégradable, contenue dans le flacon et provoque une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon, cette dépression sera enregistrée par un OxiTop. L'oxydation carbonique est réalisée selon l'équation suivante:

Matière organique+ oxygène+ microorganismes+ éléments nutritifs \implies sous-produits de biodégradation (CO₂, H₂O, NH₃⁺) + Biomasse bactérienne

La mesure de DBO₅ ne doit pas prendre en compte la nitrification de l'azote ammoniacale, il est donc préconisé d'inhiber la réaction par ajout du réactif Allyl Thio-Urée (ATU).

Expression des résultats

La valeur est exprimée selon: Valeur lue sur OxiTop X Facteur = DBO₅ en mg/l.



Figure III.18 : OXYTOP

3.7.1.3 Paramètres de pollution azotée et phosphoriques

3.7.1.3.1 Dosage de l'Azote total

Domaine d'application

La méthode LCK 238/338 (Test en cuve Hach à code barre) permet la détermination de la concentration de l'azote total dans l'eau brute, eaux de rejets (Haute gamme) et dans l'eau traitée (Basse gamme).

Principe

Azote globale ou total est constitué de la somme de trois composantes:

$$\text{NGL} = \text{N}_{\text{organique}} + \text{N}_{\text{minéral}} = \text{N}_{\text{organique}} + \text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^-$$

La méthode repose sur la minéralisation de la matière organique par l'oxydant peroxodisulfate en milieu acide concentré (acide sulfurique) en présence d'un catalyseur de minéralisation et à une température élevée (100°C).

Expression des résultats

La valeur est donnée directement par le spectrophotomètre Hach DR2800 en mg/l.



Figure III.19 : Spectrophotomètre Hach DR2800, Kit réactifs LCK238, Kit réactifs LCK338

3.7.1.3.2 Dosage des Nitrites (N-NO₂⁻)

Domaine d'application

La méthode Kit Hach LCK 341 détermine la concentration des nitrites allant de 0.05-2mg/l ou 0.015-0.6 mg/l dans les eaux de rejets, eaux de surface, eaux minérales et les eaux potables.

Principe

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un amino-groupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense.

Expression des résultats

La valeur est donnée directement par le spectrophotomètre Hach DR 2800 en mg/l.

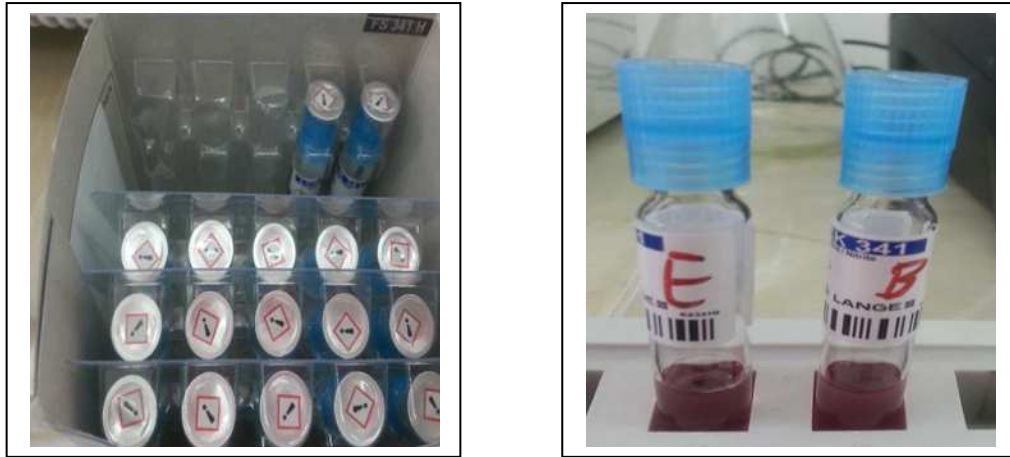


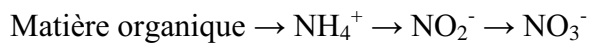
Figure III.20 : Kit réactifs LCK 341

3.7.1.3.3 Dosage des Nitrates (N-NO₃⁻)

Domaine d'application

La méthode Kit Hach LCK 339 détermine la concentration des nitrates allant de 1,60 mg/l ou 0,23-13,5 mg/l dans les eaux de rejets, eaux potables, eaux de surface et sols.

La nitrate constitue le stade final de l'oxydation de l'azote. Sa présence dans l'eau indique une source organique, confirme que l'autoépuration s'est produite.



AMMONISATION

NITRIFICATION

Principe

Les ions nitrates réagissent dans un milieu d'acide sulfurique et phosphorique et la présence de 2,6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2,6-diméthylphénol.

Expression des résultats

La valeur est donnée directement par le spectrophotomètre Hach DR 2800 en mg/l.



Figure III.21 : Kit réactifs LCK 339

3.7.1.3.4 Dosage de l'Azote Ammoniacale ($N-NH_4^+$)

Domaine d'application

La méthode Kit LCK 303 détermine la concentration d'azote ammoniacale allant de 2-47 mg/l ou 2,5-60 mg/l dans les eaux de rejets industriels, à l'entrée des stations d'épuration.

Principe

Le principe du dosage de l'ammonium est basé sur la réaction des ions ammonium avec les ions hypochloreux et salicylique dans un milieu alcalin ($pH=12,6$) en présence d'un catalyseur (Sodium Nitroprussique) pour donner une coloration bleu indophénol.

Expression des résultats

La valeur est donnée directement par le spectrophotomètre Hach DR 2800 en mg/l.



Figure III.22 : Kit réactifs LCK 303

3.7.1.3.5 Dosage de phosphore total (PT)

Domaine d'application

La méthode LCK 350 est applicable pour l'analyse des eaux de rejets, des sols, engrais.

Principe

Le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et inorganique que lui-même inclut les orthophosphates et les polyphosphates. En milieu acide et en présence de molybdate et antimoine, les ions phosphates donnent un complexe de phosphore molybdate d'antimoine qui réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu correspond au phosphore molybdène susceptible d'un dosage spectrométrique. La coloration est proportionnelle à la teneur en phosphates.

Expression des résultats

La valeur est donnée directement par le spectrophotomètre Hach DR 2800.



Figure III.23 : Kit réactifs LCK 350

3.8 Les principaux descripteurs des boues

Nous récupérons les huit échantillons des boues que les préleveurs ramènent au laboratoire :

- La boue activée du bassin d'aérations 1 et 2.
- La boue pré-épaissie et la boue primaire épaissie.
- La boue biologique Epaissie et la boue mixe.
- La boue digérée et la boue déshydratée.

3.8.1 Calcul de D₃₀

Le D₃₀ est le volume de la boue décantée dans 30 minutes, elle est appliquée sur : le bassin d'aération 1 et 2, il nous permet de calculer l'indice de Mohlman suivant l'expression :

$$M I = V / P$$

Avec :

V : volume occupé par la boue (ml)

P : poids sec (g).

La méthode est simple, on met la boue dans une éprouvette et on lance le chronomètre, après 30 minutes on lit le volume correspondant.

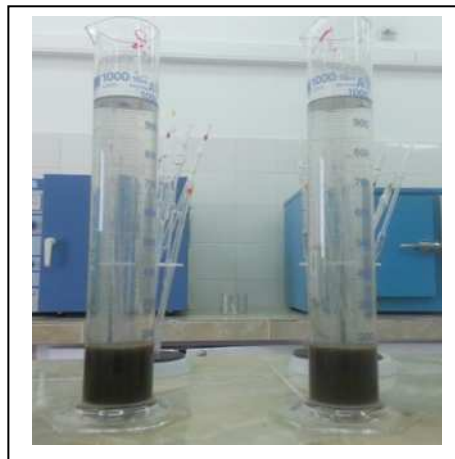


Figure III.24 : La D₃₀

Si le volume de la boue dépasse 300 ml, on fait une dilution dans laquelle on mélange 500 ml de la solution avec le même volume d'eau traitée. Ce qui nous permet de déterminer ce qu'on appelle l'indice de boue.

3.8.2 Calcul de la matière en suspension par centrifugation (MES)

Appliquée sur les deux bassins d'aération 1 et 2.

Principe

- Centrifugation de l'échantillon pour séparer les MES
- Séchage à 105°C et pesée

Expression des résultats

On calcule la teneur en suspension d'après l'expression :

$$MES = ((P_1 - P_0) / V) \times 1\,000$$

Avec :

MES : matière en suspension (mg/l)

V : Volume de la prise d'essai (l).



Figure III.25 : Les boues

3.8.3 Calcul de la matière sèche

Appliquée sur : la boue déshydratée, la boue digérée.

Domaine d'application

La méthode est applicable pour la détermination de la teneur en matière sèche des boues à l'état liquide, pâteux ou solide.

Expression des résultats

On calcule la matière sèche par l'expression :

$$MS = ((P_2 - P_1) / (P_1 - P_0)) \times 1000$$

P₂ : masse du creuset après séchage en g.

3.8.4 Calcul de la matière volatile sèche (MVS)

La matière sèche est constituée de matière organiques et minérales qui sont appelées matières volatiles sèches. Le taux de la MVS nous informe sur la stabilité d'une boue d'épuration.

Expression des résultats

On calcule la MVS par l'expression :

$$MVS = ((P_3 - P_0) / (P_1 - P_0)) \times 1000$$

P₃ : la masse après calcination.

3.8.5 Mesure du pH

Appliquée sur : BE, BS. On utilisant le pH-mètre.



Figure III.26 : pH mètre

3.8.6 Le rapport AGV/TAC

C'est la quantité d'acide gras volatile formée par rapport à la capacité tampon du milieu.

Ce rapport est calculé pour savoir le pH dans les digesteurs. Afin d'avoir une bonne digestion le pH doit être compris entre 6.8 et 7.2 (pH neutre).

3.8.7 Détermination de TAC (Titre Alcalimétrique Complet)

Domaine d'application

Ce mode opératoire est applicable pour les boues activées.

Mode opératoire

- Prendre 25 ml de boue digérée et la mettre dans la centrifugeuse pendant 13 min ;
- Récupérer le surnageant et ajouter au culot 50 ml d'eau distillée et agiter ;
- Remettre la solution dans la centrifugeuse pendant 13 min et récupérer le nouveau surnageant;
- Répéter l'opération trois fois jusqu'à avoir 175 ml de surnageant ayant un pH entre 7 et 8 ;
- Ajouter l'acide H₂SO₄ au surnageant à l'aide d'une pipette jusqu'au pH=4 ;
- Le TAC, est égale à quatre fois le volume H₂SO₄ ajouté.



Figure III.27 : Centrifugeuse

3.8.8 Détermination de l'AGV (Acide Gras Volatile)

Objet

Ce mode opératoire décrit la manière de mesurer le taux d'acides gras volatils dans une boue liquide.

Domaine d'application

Cette méthode est applicable pour les boues des digesteurs anaérobies de la STEP de BARAKI.

Le rapport doit être $AGV/TAC \leq 0.15$.

3.9 Observation microscopique

- Observation à l'aide d'un microscope.
- Prendre une lame de verre très propre, placer une goutte de boue activée au centre de la lame.
- Prendre une lamelle de verre, poser un côté de la lamelle contre la goutte, laisser descendre la lamelle lentement sur la lame en évitant la formation de bulles d'air.
- Placer la préparation sur la platine de manière à ce que la lamelle soit au-dessus de l'orifice par où passe la lumière.
- Éclairer le microscope: orienter le miroir jusqu'à ce que la lumière passe bien dans l'oculaire.
- Placer objectif X₄₀ au-dessus de la préparation et le descendre au plus bas sans casser la lamelle.
- Identifier les protozoaires présente dans les boues activées.

CHAPITRE IV :

RESULTATS ET DISCUSSIONS

4 Résultats et discussion

Introduction

Pour établir l'efficacité de la chaîne du traitement des eaux usées et leur rendement dans la station d'épuration de BARAKI, il est nécessaire d'effectuer une série d'analyses sur les paramètres indicateurs de pollution des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Sur la base des résultats des analyses des eaux et des boues prélevés aux niveaux de la STEP, nous avons effectué pour chaque paramètre les histogrammes suivants :

4.1 Filière eau

4.1.1 Les paramètres physico-chimiques

Les données acquises lors des différentes sorties sur terrain (station d'épuration de BARAKI) concernant les paramètres physicochimiques, sont résumés dans les tableaux en annexes.

4.1.1.1 La température (T°C)

D'après les résultats obtenus, les valeurs de la température sont proches. Elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 11,3°C au maximum de 19,7°C à l'entrée et entre 11,6°C et 18,3°C pour les eaux épurées, avec une moyenne de 15°C durant la période d'étude, Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques.

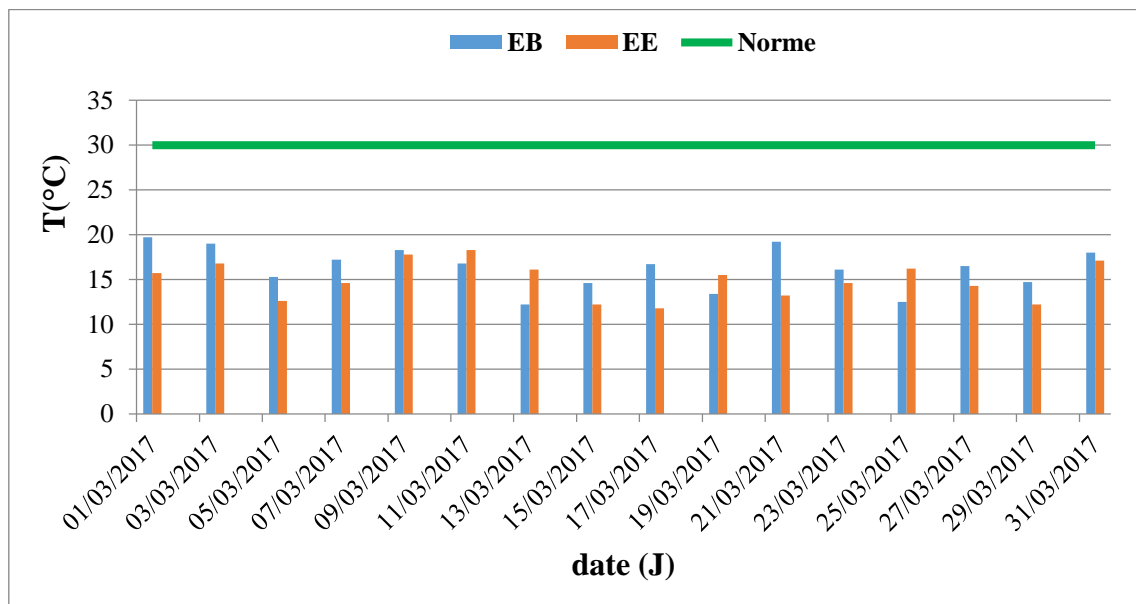


Figure IV.28 : Variation de la température suivant les étapes de traitement

La hausse de la température, au cours du temps, est d'une part influencée par la température ambiante et d'autre part par le déversement des eaux usées industrielles chaudes provenant des eaux usées industrielles.

Elle s'accompagne d'une modification de la densité qui décroît lorsque la température croît, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (l'évaporation) et d'une diminution de la solubilité des sels en particulier la concentration de l'oxygène dissous. Certains de ces effets peuvent avoir une action bénéfique. C'est ainsi que l'augmentation de la température favorise l'auto-épuration, accroît la vitesse de sédimentation. Ce qui présente un intérêt dans les stations d'épuration. Par ailleurs, les réactions chimiques et biochimiques s'accroissent. L'effet catalytique des enzymes est en fonction de la température et passe par un maximum situé entre 33°C et 35°C. Toutes ces réactions consomment de l'oxygène. Si leur fréquence augmente la teneur en oxygène dissous diminue, il peut alors apparaître de l'hydrogène sulfuré, du méthane des chaînes partiellement oxydées, avec comme conséquence des odeurs désagréables ainsi que l'accroissement du développement des algues (RODIER, 1996).

4.1.1.2 Le pH

Une eau usée urbaine possède un pouvoir tampon élevé. Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 7 et 8 avec une moyenne de 7,641, qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent de l'ordre de 7,54 à 8,06 le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie (Franck, 2002).

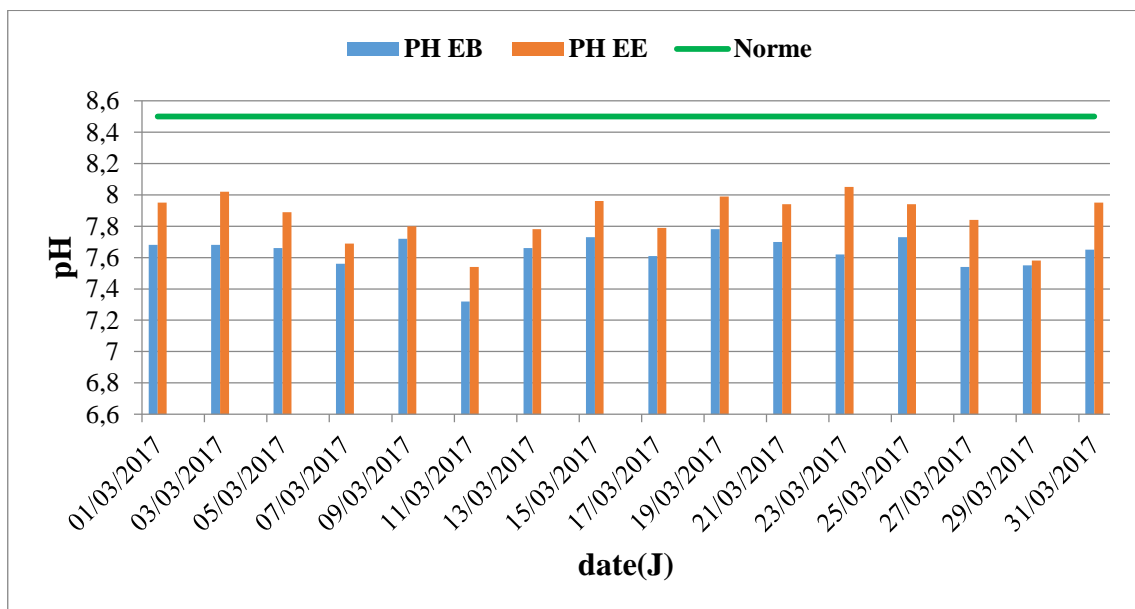


Figure IV.29 : Variation du pH en fonction du temps

En ce qui concerne les eaux épurées, le pH est toujours inférieur à celui enregistré à l'entrée, qui varie entre 7,54 et 8,06 avec une moyenne de 7,873. Respectant la norme (2006) de rejet située entre 6,5 et 8,5.

Le pH des eaux à l'entrée est souvent supérieur à celui enregistré à la sortie, ainsi nous avons enregistré un pic d'une valeur de 7,73. Ceci est en fonction de la qualité de l'eau usée qui rentre à la STEP.

4.1.1.3 Conductivité

D'après la figure 30, on ne remarque pas vraiment une variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements, les valeurs de la conductivité sont proches les unes des autres.

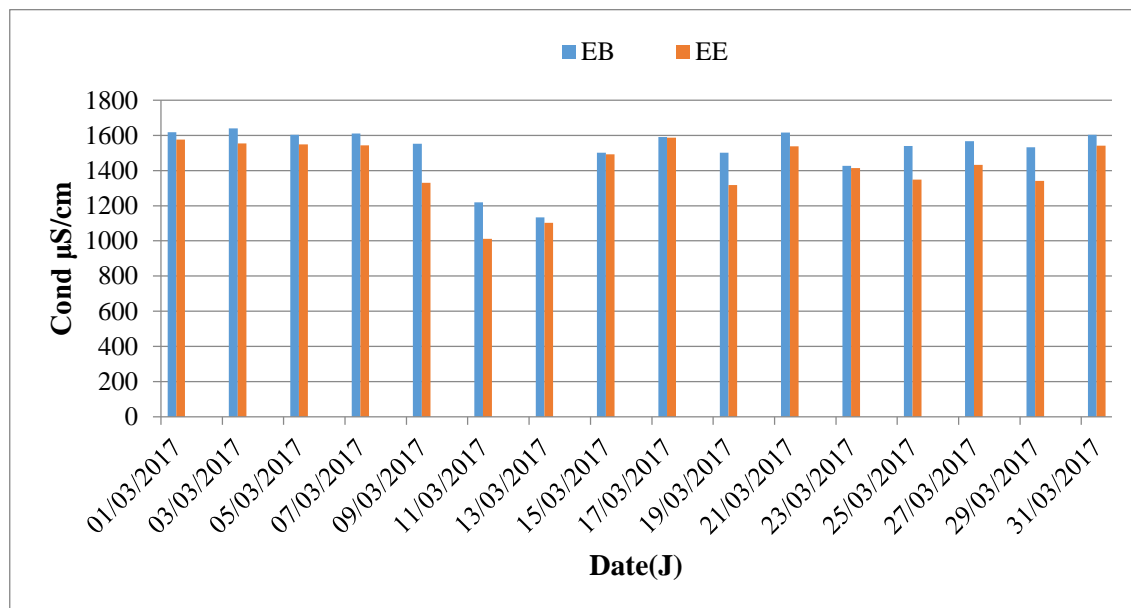


Figure IV.30 : Variation de la conductivité

Les valeurs journalières des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 678 µS/cm à un maximum de 1682 µS/cm pour l'eau brute et entre 938 µS/cm et 1592 µS/cm pour les eaux épurées avec une moyenne totale de 1387,548 µS/cm. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous (Chlorures, sulfates, calcium, sodium...) dans les eaux qui arrivent à la STEP de BARAKI, et qui sont liés à la nature chimique des terrains lessivés, à la nature des produits rejetés (produits pharmaceutiques) par les usines déversant dans le réseau alimentant la STEP.

A la sortie on constate presque une stabilisation de la conductivité. Suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

4.1.2 Pollution organique

4.1.2.1 La DCO

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par l'oxydation chimique de la totalité des matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau. D'après nos résultats pour la DCO, les valeurs de cette dernière à l'entrée varie entre (249 et 1979 mg/l).

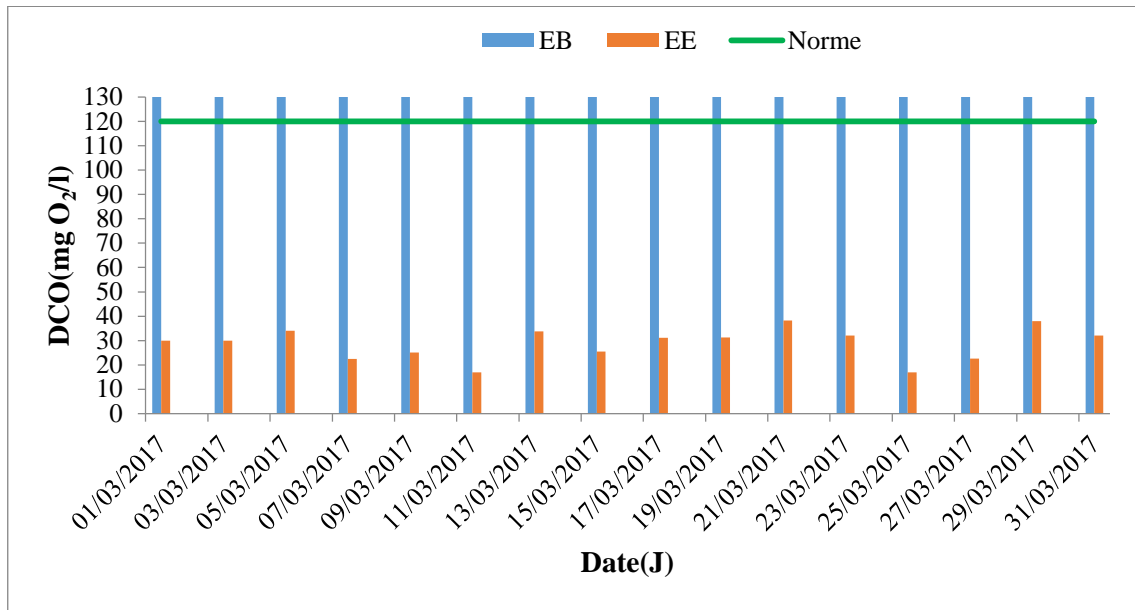


Figure IV.31 : La variation de la DCO

La station de BARAKI avait enregistrée en 23/03/2017 une valeur très élevée, de l'ordre de 1979 mg/l. Cette élévation est due aux rejets industriels, ou lessivage en zone urbanisée et essentiellement aux rejets suspects contenant des hydrocarbures provenant de la station de service NAFTAL.

Après l'élimination ou bien à la sortie de la station, la teneur en DCO dans l'eau traitée a énormément diminuée. On a des valeurs comprise entre 17 et 38,4 mg/l. Ces valeurs ne dépassent pas 120 mg/l, norme réglementaire de rejet pour la DCO.

On a un rendement d'élimination pour la DCO de 96,88% en moyenne, ce qui représente un bon résultat. Cette efficacité est en rapport avec le bon fonctionnement de déshuileur et à la bonne aération du bassin biologique.

4.1.2.2 La DBO₅

On rappelle que la demande biologique en oxygène représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée. La bonne aération des bassins d'activation favorise la prolifération de ces bactéries responsables de l'élimination de la pollution organique dissoute et de l'azote ammoniacale.

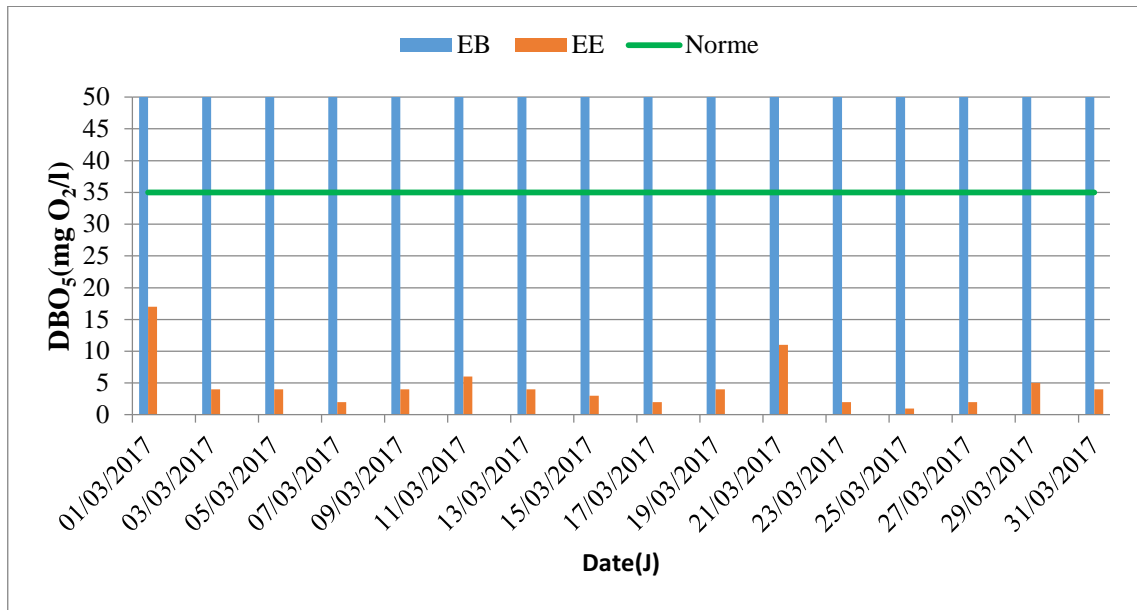


Figure IV.32 : Variation de la DBO₅

Pour nos résultats les valeurs de la DBO₅ à l'entrée de la station varie entre 160 et 900 mg/l alors qu'à la sortie de la station elle varie entre 1 et 17 mg/l.

D'après les résultats obtenus (annexe 5), nous remarquons que toutes les mesures des eaux traitées respectent les normes de rejets des installations de déversement industrielles 30 mg/l.

On a un rendement pour la DBO₅ de 98,74% en moyenne, ce qui traduit le bon fonctionnement du bassin biologique.

4.1.2.3 Matière en suspension (MES)

La figure suivante représente la variation de la MES de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

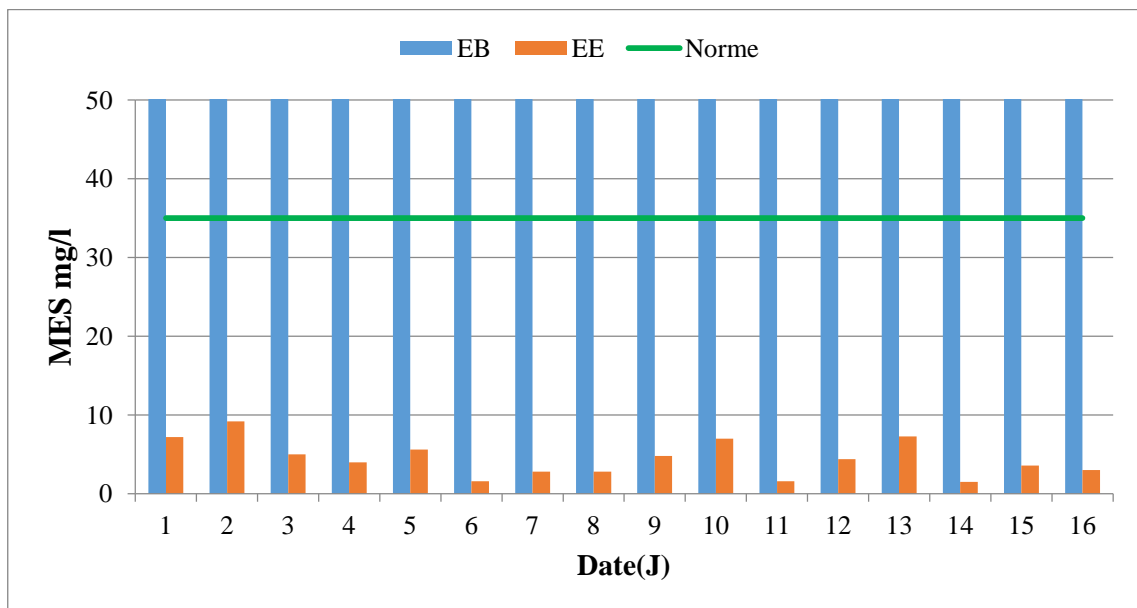


Figure IV.33 : Variation de MES

Suite aux résultats obtenus, les valeurs des MES varient entre 164 et 4280 mg/l. Le résultat obtenu au niveau de l'entrée de la station d'épuration est évidemment élevé car il s'agit d'eau usée industrielles.

Et sa diminution à la sortie est due au traitement d'épuration qu'a subie l'eau usée due à l'élimination des particules par le dessableur ainsi que par le phénomène d'absorption des MES sur les floes biologiques et leur sédimentation au niveau du clarificateur.

Cette diminution est très importante car il ne reste que 1,102% des MES initiales ce qui donne encore une idée sur l'efficacité du traitement, surtout si on considère que les normes des MES pour le rejet des eaux traitées est de < 35 mg/l.

4.1.3 Pollution minérale

Les résultats de la mesure des paramètres de cette pollution sont résumés dans le tableau B (annexes 5). Les graphiques suivants montrent l'évolution de ces paramètres.

4.1.3.1 Azote totale (NT)

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (N_{org}), azote ammoniacal (ammoniac NH_3 , ion ammonium NH_4^+), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) (Koller, 2004).

L'azote est un élément qui peut être la cause de la prolifération des algues donc son élimination est importante pour notre environnement.

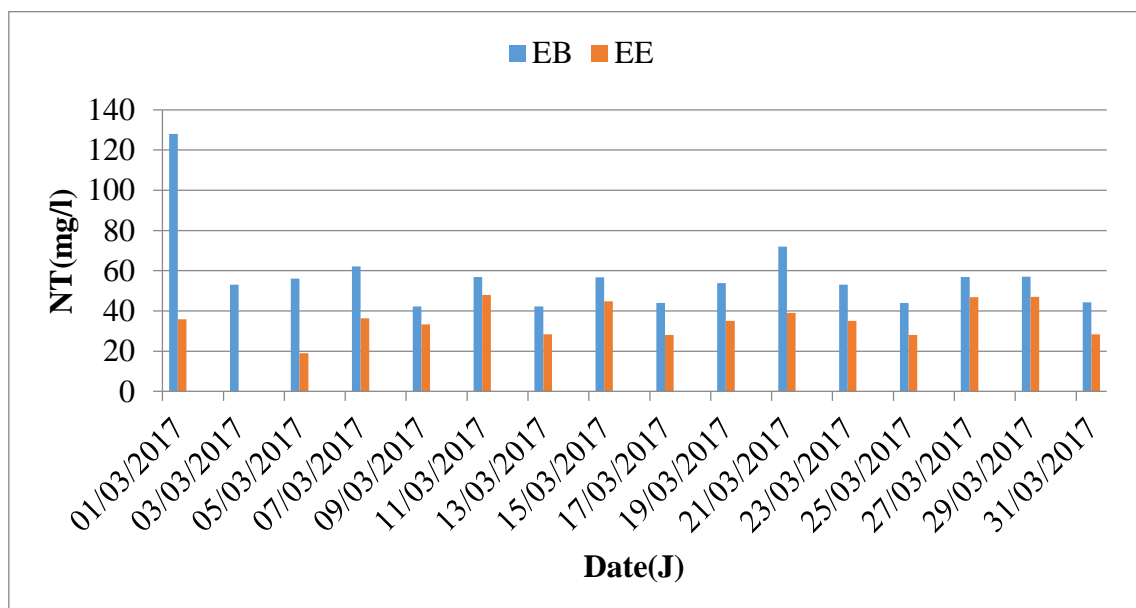


Figure IV.34 : Variation de NT

A l'entrée de la station les valeurs sont comprises entre 42,2 et 128 mg/l, alors qu'à la sortie on a des valeurs entre 19 et 49,6 mg/l. On remarque donc une réduction de l'azote avec un rendement de 38,078%, cela montre que l'azote a été certainement assimilé par les bactéries.

4.1.3.2 N-NH₄⁺

Au niveau de la station d'épuration, l'azote organique est de 33,277mg/l à l'entrée et à la sortie de 16,271 mg/l. La concentration en azote des eaux usées industrielles varie entre 11,7et 41,8 mg/l) au niveau des eaux brute et entre 4,51 et 27,5 mg/l concernant les eaux traité. D'après Nisbet et Vernaux (1970), l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Cela explique l'élévation des teneurs en NH₄⁺ de l'eau usée avant le traitement.

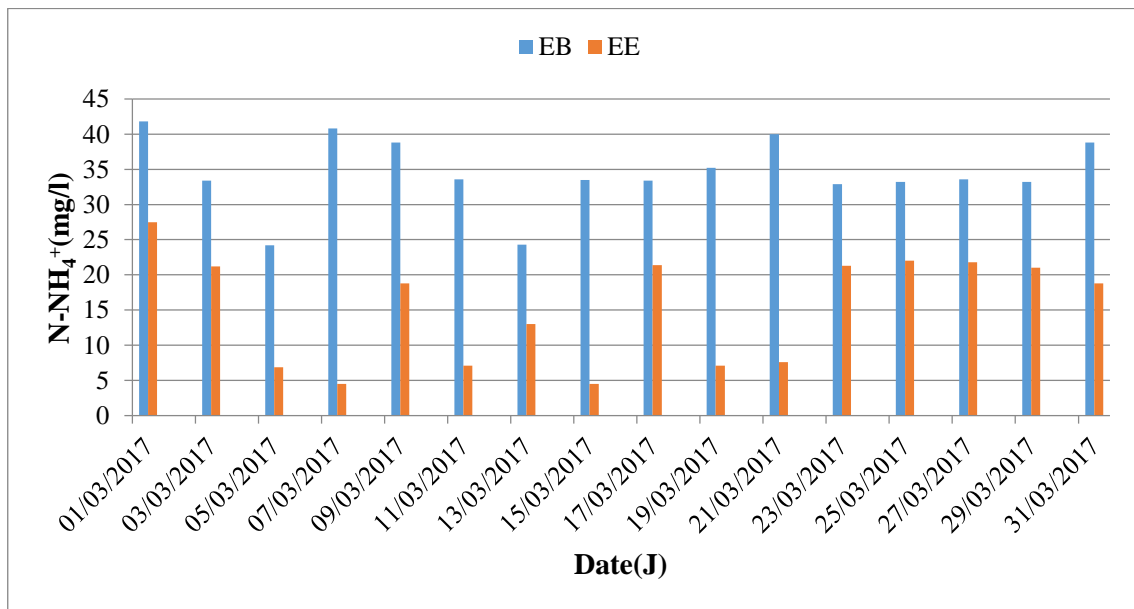


Figure IV.35 : Variation de N-NH₄⁺

4.1.3.3 N-NH₃

Les valeurs des nitrates obtenues après analyses, varient entre 0,17mg/l et 1,63 mg/l à l'entrée et de 0,98mg/l à 3,04 mg/l au rejet, avec une valeur moyenne de 1,719mg/l. On constate que les taux de nitrates ont augmenté considérablement au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. On estime environ 13g/J d'azote rejeté par un être humain adulte, sous forme essentiellement organique, présent dans l'urine (Chocat, 1997).

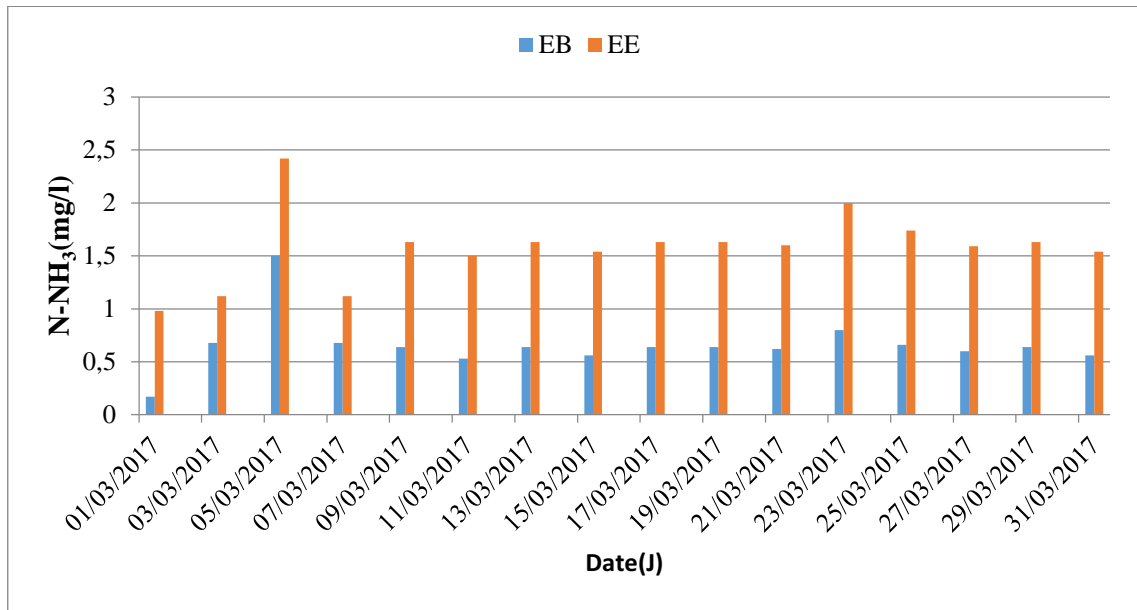


Figure IV.36 : Variation de N-NH₃

4.1.3.4 Le PT

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

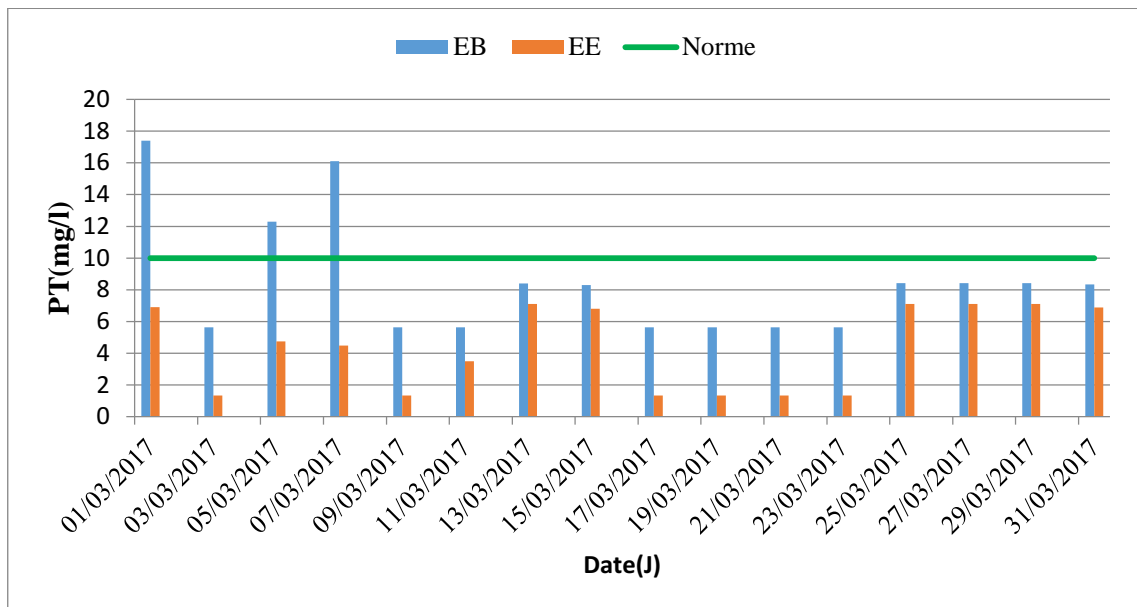


Figure IV.37 : Variation de PT

D'après les résultats obtenus, les valeurs des orthophosphates (PO_4^{3-}) varient du minimum de 4,99mg/l au maximum de 17,4mg/l au niveau des eaux brutes. Concernant les eaux épurées, les concentrations varient entre 1,34mg/l à 7,32mg/l.

La teneur moyenne en orthophosphates des eaux traitées est de 4,187 mg/l. Malgré l'existence d'une pollution phosphatée ; on voit bien que l'élimination de cette dernière avec un rendement de 47,71% et due à l'assimilation du phosphore par les bactéries dans le clarificateur.

4.2 Filières boues

4.2.1 Le pH

Le pH joue un rôle important dans le processus de la méthanisation car la biomasse à besoin d'une valeur proche de la neutralité pour compléter son activité de biodégradation de la matière organique. Il est à noter aussi que la production du méthane est optimisée par un pH maintenu entre des valeurs de 6,8 et 7,2 (GAID, 1993).

Selon les résultats obtenus, la valeur de pH entrant est comprise entre 7,29 et 8, et d'une valeur sortant entre 7,54 et 8,06.

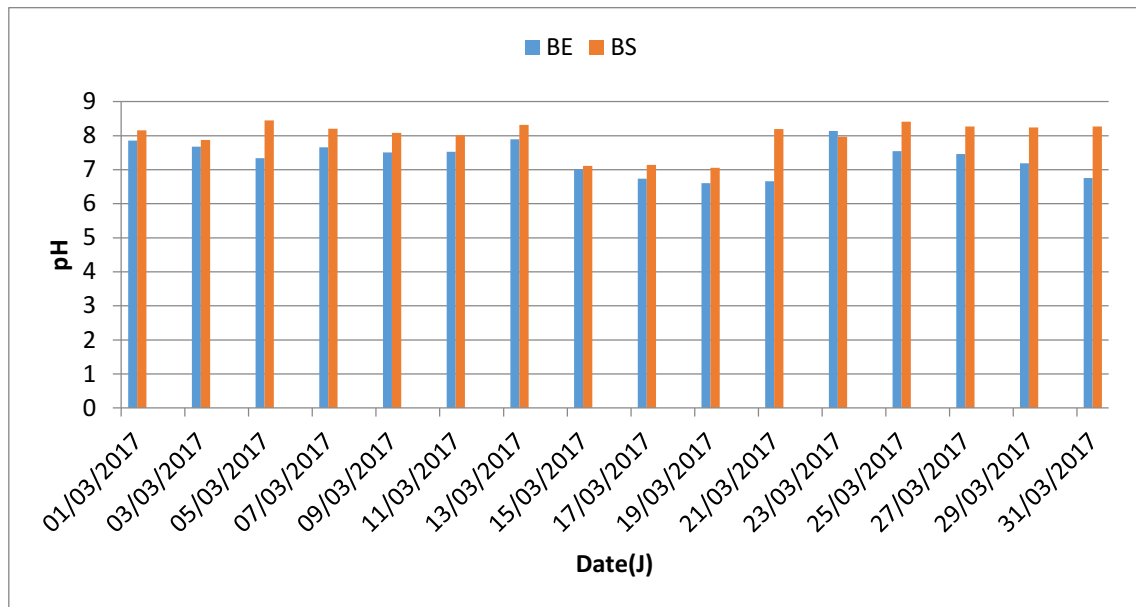


Figure IV.38 : Variation du pH en fonction du temps

4.2.2 La MES

D'après les résultats obtenue, les MES varie entre 24 et 70 mg/l à l'entré avec une moyenne de 47,903 mg/l et d'une valeur comprise entre 18 et 32 mg/l à la sortie avec une moyenne de 27,226 mg/l.

On remarque une élimination de la MES avec un rendement égale à 43,165 %. Ce qui indique un bon fonctionnement de la station de BARAKI.

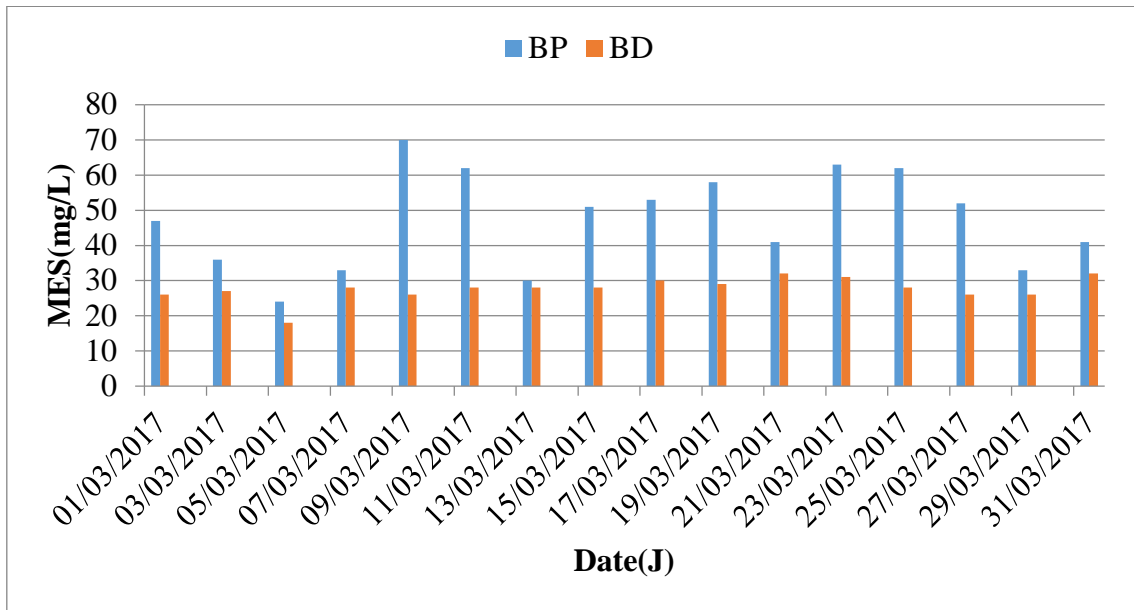


Figure IV.39 : Variation de MES

4.2.3 La MS

La matière sèche est le paramètre le plus mesuré, elle permet la connaissance la quantité de boue à traité, quel que soit son niveau de concentration dans la filière du traitement. Au niveau de bassin d'aération, la teneur des MS est entre 8 et 139mg/l et d'une valeur comprise entre 27 et 32mg/l pour la boue déshydraté à la sortie; alors qu'elle doit être en général $\leq 4g/l$, cela nous indique la stabilisation des MS dans l'aérateur due à un bon fonctionnement.

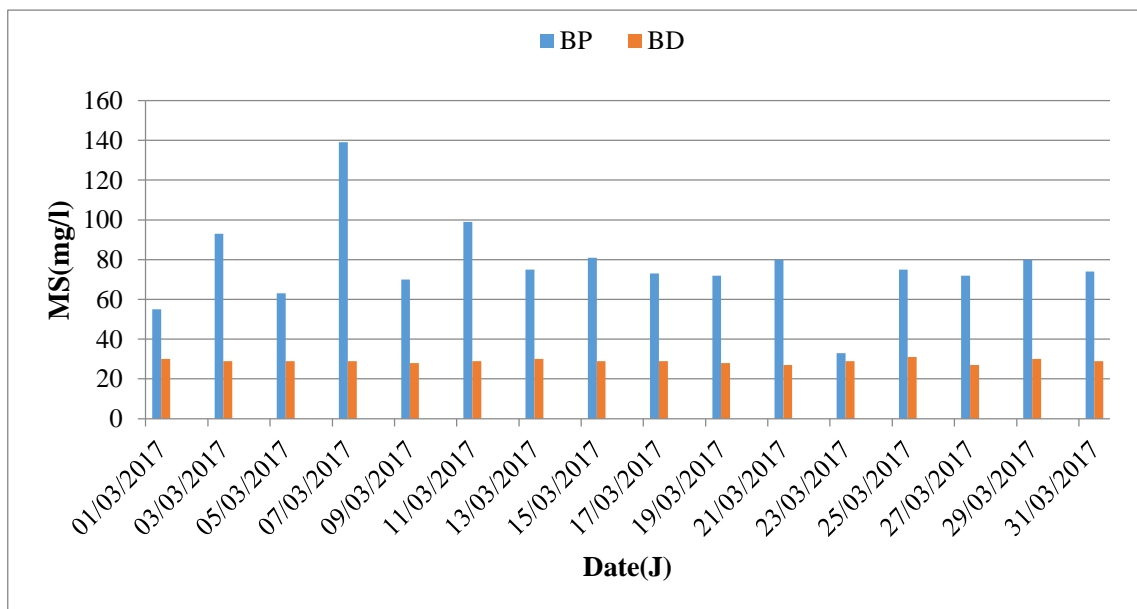


Figure IV.40 : Variation de la MS

4.2.4 La MVS

La matière volatile sèche livre une précieuse indication sur le degré de stabilité de la boue et son aptitude aux divers traitements.

D'après les résultats obtenus, les valeurs entrant sont comprises entre 25 et 44mg/l et entre 20 et 40mg/l concernant les boues sortant. Plus le taux des MVS est lent plus l'épaississement et la déshydratation de la boue sont lentes.

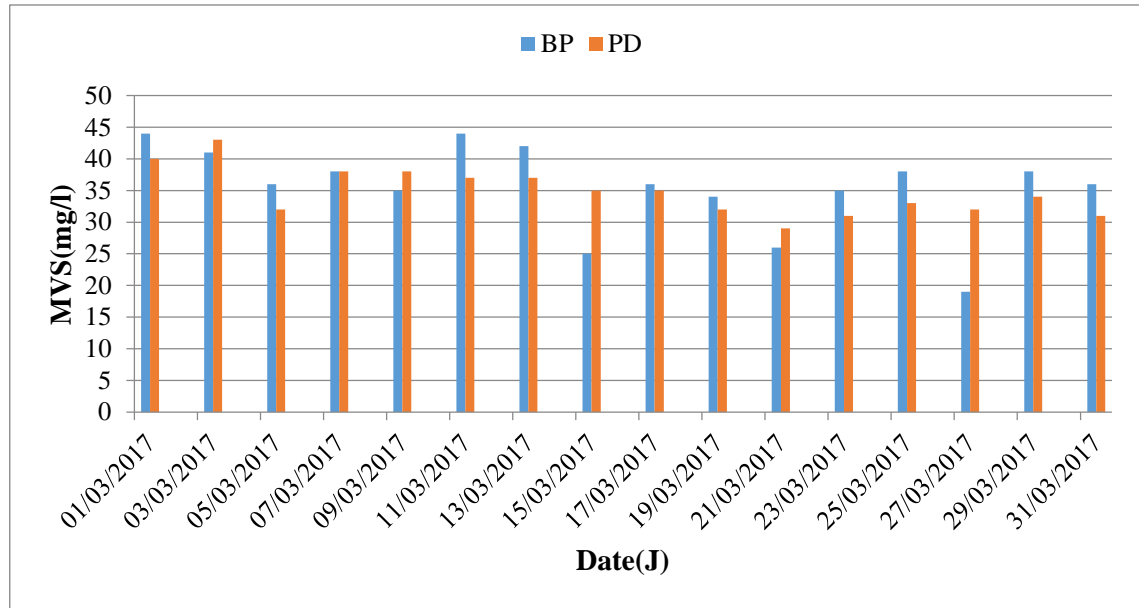


Figure IV.41 : Variation de la MVS

4.2.5 La TAC et l'AGV

La variation de la concentration des acides gras volatils et le titre alcalimétrique complet dans le digesteur qui influe directement sur le rendement ainsi que sur la qualité et le volume du biogaz produit. En effet un déséquilibre entre les phases acidogènes et méthanogènes résulte d'une accumulation d'AGV et une diminution importante du TAC.

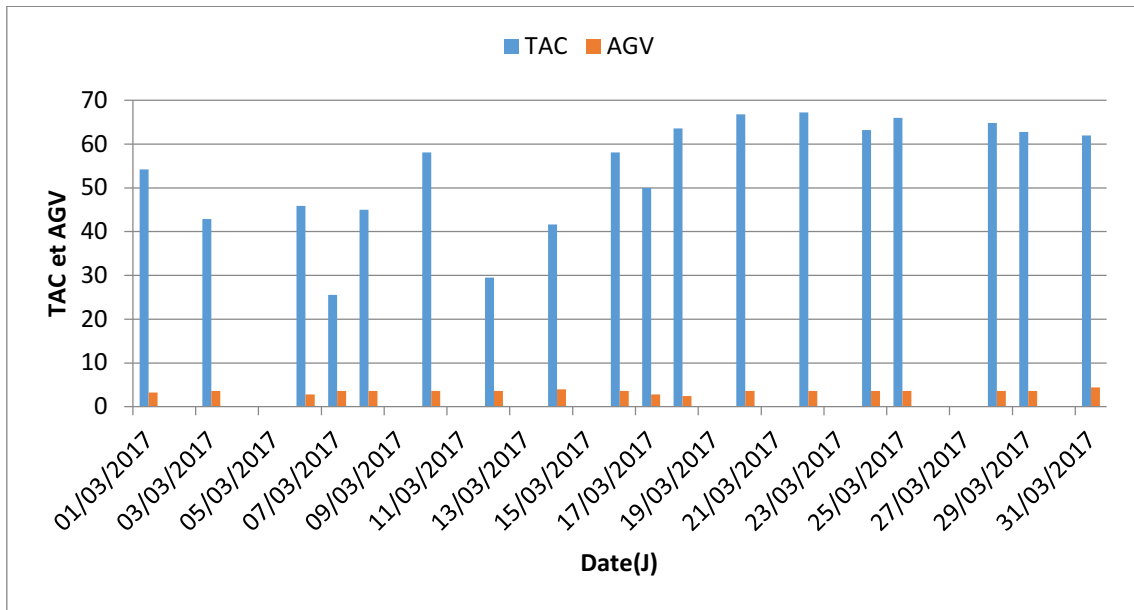


Figure IV.42 : Variation du TAC et l'AGV

4.2.6 Le Rapport AGV/TAC:

D'après le graphe de la figure 43, on remarque que le rapport $AGV/TAC \leq 1$, est due à la bonne maîtrise des paramètres de la digestion vis-à-vis du chauffage régulier et l'agitation continue. Donc on constate qu'il ya un bon fonctionnement de la digestion au niveau de la STEP de BARAKI.

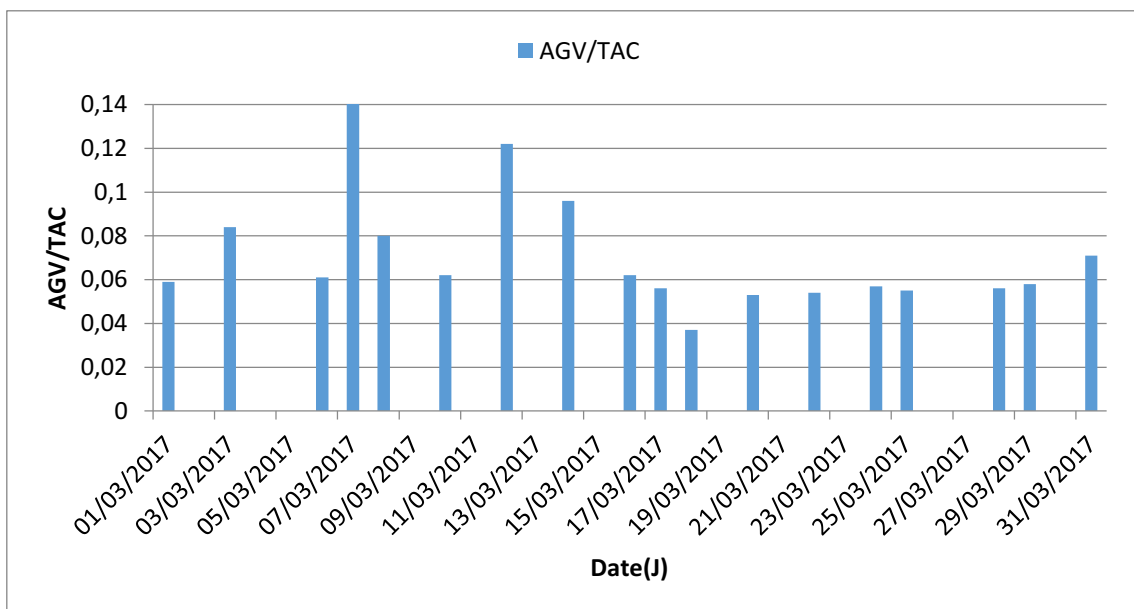


Figure IV : 43 : Variation du rapport AGV/TAC

4.2.7 Pollution microbiologique

Selon les observations microscopiques on remarque la présence de nombreux genre, parmi ces espèces *Oxytriches* qui indique un âge de boue élevé, *Tokophrya* présent quel que soit le degré d'épuration du système, *Aspidisca* leur présence indique une nitrification stable et durable sur l'installation. *Vorticella* leur présence dues à une charge plutôt élevée. *Opercularia* qui indique des installations aux charges élevées, *Paramecium* leur présence indique que l'eau est de bonne qualité, *Arcella* leur présence témoigne d'une bonne performance en nitrification d'où un bon degré d'aération, et les bactéries filamenteuses signifient que la boue est toxique et non utilisable.

4.3 Conclusion

D'après les graphes obtenus on remarque que la STEP de BARAKI donne dans la plupart des cas de bons résultats, qui sont conformes aux normes algériennes. Les dépassements enregistrés sont observés pendant quelques jours et sont dû au fait que la STEP était en phase de maintenance et de nettoyage.

CONCLUSION GENERALE

- AOULMI, S., 2007.** Conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine. *Thèse de magister. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique, Ain Defla* : 42 p.
- ATTAB, S., 2011.** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local. *Thèse de magister. Microbiologie Appliquée. Université kasdi merbah, Ouargla* : 62 p.
- BAOUIA, A et HABBAZ, D., 2006.** La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux usées de la ville d'Ouargla et caractérisation des eaux de Chott de Ain baida. *Mémoire d'ingénieur. Ecologie et Environnement. Ecosystème steppique et saharien. Université kasdi merbah, Ouargla* : 118 p.
- BAUMONT, S et al., 2005.** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en ile-de-france « en ligne ». Rapport ORS. *Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région ile-de-France, France* : 222 p.
- BENALLAOUA, S., 2013.** Suivi de la qualité physico-chimique des effluents de la station d'épuration des eaux usées " domestiques " de Beni Messous : Traitement complémentaire par photo-catalyse. *Thèse de magister. Océanographie-climatologie. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, Alger* : 97 p.
- BENELMOUAZ, A., 2015.** Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. *Thèse de master. Hydraulique. Université abou bekr belkaid, Meghnia* : 96 p.
- BENSLIMANE, R., 2001.** Contribution à l'étude des eaux résiduaires de la ville de Skikda et sa périphérie. *Mémoire d'ingénieur. Ecologie, Environnement et Pathologie des écosystèmes. Université Badji mokhtar, Annaba* : 97 p.
- BLUM, A., GUIRAUD, A., ROUZEAU, O., 2014.** Suivie de la turbidité des eaux de Guyan. Etats des lieux et recommandations. Approche par télédétection. *Kaliteo environnement* : 160 p.
- BOURRELIER, H., PEDRO, G., 1998.** Contamination des sols par les éléments en traces, Les risques et leur gestion. Académie des sciences. *Technique et documentation* : 440 p.
- BOUZIANI, M., 2000.** La pénurie aux maladies. Tiaret. *Ibn-khaldoun* : 260 p.
- CARDOT, C., 1999.** Les traitements de l'eau : Procédé physico-chimique et bactériologiques. *Ellipses Marketing, Paris* : 247 p.
- CHERKI, F et HESSAS, H., 2009.** Etude de l'abattement de la charge polluante azotée en station d'épuration à boues activées. *Mémoire de DEUA. Hydraulique. Université Aboubaker, Tlemcen* : 59 p.
- CHOCAT, B., 1997.** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. *Techniques et documentations, Paris* : 1124 p.

- CSHPF., 1995.** (Page consultée le 17/03/2017). « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines ». Conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux. [En ligne]. Adresse URL : http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm, 22 p.
- DESJARDINS, R., 1990.** Contrôle des paramètres chimiques et physico-chimiques des eaux usées avant et après traitement au niveau de la STEP de Boumerdes. *mémoire de DEUA*. Océanographie. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, Alger : 72 p.
- DHAOUADI, H., 2008.** Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. *Université Virtuelle, Tunis* : 34 p.
- DUGUET, J-P., BERNAZEAU, F., CLERET, D., et al.** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1^{ère} Ed. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement). Dunod, Paris : 968- 1046 p.
- ELALAOUI, R et TAOUSSI, I., 2013.** L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech. *Mémoire de licence*. Sciences de la Terre. Université Cadi Ayyad, Marrakech : 45 p.
- FRANCK, R., 2002.** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. *Scérén CRDP AQUITAINE, Bordeaux* : 165-239 p.
- GAID, A., 1984.** Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I. *OPU, Alger* : 261 p.
- GAID, E., 1993.** Traitement des eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur. *Université de corse, Paris* : 28 p.
- GAUJOUS, D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. *Tec et doc, Paris* : 220 p.
- GINOUSSI, K et TILMATINE, I., 2011.** Valorisation des boues d'épuration par méthanisation : Cas de la station d'épuration de BARAKI. *Mémoire de master*. Gestion de l'environnement. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene USTHB, Alger : 29 p.
- GOMELLA, C et GUERRÉE, H., 1978.** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. *Eyrolles, Paris* : 262 p.
- GONDARD-BADIA, F., 2003.** L'assainissement des eaux usées. *Techni, Paris* : 231 p.

- HADJOU BELAID, Z., 2013.** Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz. *Mémoire de master*. Hydraulique. Université Abou-Bakr Belkaid, Tlemcen : 68 p.
- HAMMOUDI, Z., 2007.** Contribution à l'étude de la dépollution des eaux par des bioprocédés. Cas de l'azote, phosphore et métaux. *Mémoire de master*. Génie mécanique et génie des procédés. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene USTHB, Alger : 215 p.
- JOSEPH, P., RAKHA, P et al ., 2002.** Office internationale de l'eau. Dunod, France : 131 p.
- KOLLER, E., 2004.** Traitement des pollutions industrielles. Eau – air – déchets – sols – boues. Dunod, Paris : 424 p.
- LADJEL, F., 2006.** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. *Centre de formation au métier de l'assainissement*. CFMA, Boumerdes : 80 p.
- LARKEM, F et BACEL, S., 2005.** Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de skikda. *Mémoire d'ingénieur*. Ecologie et Environnement. Université de Constantine. 32 p.
- MARTIN, G., 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. *Technique et documentation*, Paris : 279 p.
- MEKHALIF, F., 2009.** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. *Mémoire de magister*. Pollution chimique et environnement. Université du 20 Août 1955, Skikda : 133 p.
- MELLOUK, S et ZIEM, A., 2009.** Etude d'efficacité et rendements de la chaîne de traitement de la station d'épuration de BARAKI. *Institut nationale spécialisée de la formation professionnelle en industrie agroalimentaire Sidi Abdelkader*, Blida : 98 p.
- METAHRI, M., 2012.** 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*. Génie des procédés. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 172 p.
- NISBET, M et VERNEAUX, J., 1970.** Composants chimiques des eaux courantes. *Anales de limnologie*, 6 fasc, Paris : 190 p.
- PERRAUD, S., BLIEFFERT, C., 2001.** Chimie de l'environnement : Air, eau sols, déchets. Paris, De Boeck : 477 p.
- Protocole à la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance ., 1979.** Relatif aux métaux lourds adoptés le 24 juin 1998, *Aarhus*, Paris : 230 p.

RAYMOND., 1988 : Contrôle des paramètres chimiques et physico-chimiques des eaux usées avant et après traitement au niveau de la STEP de Boumerdes. *Mémoire de D.E.U.A. Océanographie. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, Alger* : 72 p.

REJSEK, F., 2002. Analyse de l'eau : Aspects et règlementaire et technique. *CRDP d'Aquitaine, France* : 358 p.

RICHARDE C., 1996. Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. *Elsevier,Paris* : 112 p.

RODIER, J., 1996. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} Ed, Corse, Paris : 98 p.

RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J.-P., et al., 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. *Dunod* : 1383 p.

RODIER, J., BAZIN, C., CHAMBON, P., BROUTIN, J.-P., CHAMPSAUD, H., RODI, L., 2009. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9^{ème} Ed. *Dunod, Paris* : 1983 p.

SOCIETE DES EAUX ET DE L'ASSAINISSEMENT D'ALGER., 2015. KOUBA.

TELLI, S., 2013. Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines : cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA) de Tlemcen. *Mémoire master. Génie énergétique. Université Aboubaker belgayed ,Tlemcen* : 78 p.

THOMAS, O., 1995. Météorologie des eaux résiduaires. *Cedeboc/Techique et Documentation, Paris* : 135 p.

BIBLIOGRAPHIE

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Aujourd'hui, ce dernier but devient de plus en plus important avec l'évolution des techniques de traitement. Les traitements usuels (primaires et secondaires) ont été complétés par des traitements qui visent à éliminer le plus possible de substances nocives pour les écosystèmes (tertiaires).

Ce stage au sein de la STEP nous a permis de se familiariser avec les différents traitements que subissent les eaux usées au niveau de la STEP de BARAKI, et d'évaluer les performances de ces traitements.

Au début, nous avons fait un recensement des différentes informations sur les eaux usées et leurs traitements pour pouvoir maîtriser les principaux paramètres pouvant les caractériser.

Dans notre stage de fin d'étude, nous avons essayé d'étudier l'efficacité et le rendement de l'élimination de la pollution au niveau de cette station, contrôler la qualité de l'eau épurée sur le plan physico-chimique et enfin de suivre au quotidien le processus de traitement des boues.

La partie pratique de notre travail a été consacrée à l'analyse des paramètres physicochimique (la T°C, pH, conductivité, MES, DCO, DBO₅), sels nutritifs, et à la boue (pH, MES, MS, MVS, TAC, AGV), et à la bactériologique.

A la lumière de ce qui à été développée dans ce manuscrit nous pouvons dire que :

- La concentration des différents paramètres de pollution à la sortie de la chaîne d'épuration des eaux usées présentent des résultats en MES qui ne dépassent jamais 30 mg/l, ainsi que pour la DCO qui ne va jamais au-delà de 120 mg/l, et celle de la DBO₅ qui n'est jamais supérieure à 35 mg/l.
- Le rendement en élimination pour la DCO et pour le DBO₅ est respectivement de 96,88% et de 98,74%. Pour les MES, il est de 98,898%.

Pendant notre présence à la STEP de BARAKI et lors de toutes nos investigations ainsi qu'à la lumière des résultats ci-dessus, nous pouvons soutenir que la qualité de l'eau épurée de la station est conforme aux normes algériennes de rejets. Cette eau peut être rejetée dans le milieu naturel sans risque de pollution, voire réutilisée dans les circuits de refroidissements, comme eaux de lavage, Ou pour l'irrigation en agriculture.

Selon ces performances, nous pouvons dire, d'après nos constats à la station de BARAKI que :

- Le bon fonctionnement d'une station à boues activées nécessite à la fois une bonne oxygénation dans le bassin d'aération et une bonne séparation eau épurée/boue dans le clarificateur.
- La qualité des eaux épurées sont conformes aux normes algériennes de rejets.

ANNEXES

Annexe 1: Matériels de laboratoire

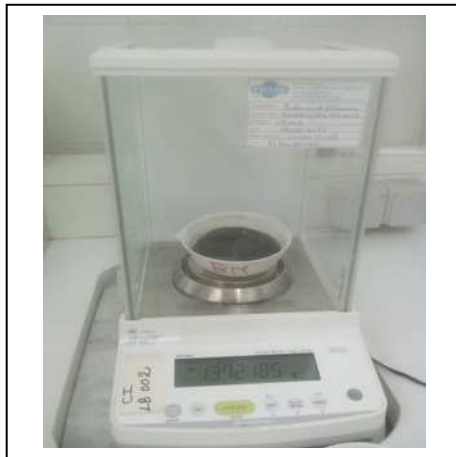


Figure 1 : Balance de précision



Figure 2 : Etuve



Figure 3 : Dessiccateur

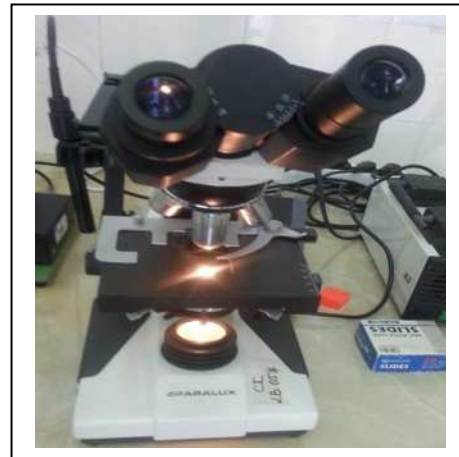


Figure 4 : Microscope



Figure 5 : Préleveur

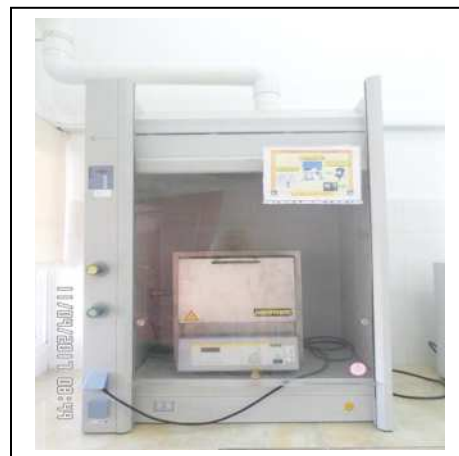


Figure 6 : La Haute



Figure 7 : Distillateur



Figure 8 : micro-pipette

Annexe 2:**Historique du fonctionnement de la station existante (STEP) de BARAKI:**

A la base d'un document officiel de Direction des Ressources Hydrauliques et de l'économie de l'Eau de la wilaya d'Alger (DRHEE, 2010), l'historique de la STEP est marqué par les points suivants:

Début 1989	Mise en route des installations sous la responsabilité d'OTV (constructeur) et EPEAL (exploitant)
Juin 1989	Arrêt des installations de 22 jours de juin à août 1989 (problème d'ensablement dans le canal amont du dégrillage)
1989 à 1992	Fonctionnement des installations uniquement pendant la journée et arrêt la nuit
Mars – avril 1992	Essais de performance réalisée par OTV
Juillet – octobre 1993	Arrêt des installations pour effectuer des travaux de réparation
Octobre – décembre 1993	Remise en route des installations
Depuis avril 1995	<p>La station de pompage SRG2, principal pompage alimentant la station a été détruite lors d'un attentat en avril 95. Depuis, la station de BARAKI a été alimentée par les deux collecteurs de Baba Ali et par la partie du collecteur Rive Gauche en aval de la station de pompage.</p> <p>Les postes de relevage et de dégrillage uniquement ont fonctionné depuis 1995 (environ 30 min/jour). Avec la faiblesse</p>

	<p>des débits traités, les prétraitements, ont rencontré des problèmes d'ensablement.</p> <p>La filière de traitement des boues n'a réellement jamais fonctionné de manière satisfaisante.</p>
Juin 2004	<p>Pendant 02 ans, le Marché de réhabilitation, de remise en service et d'exploitation a été confié par la DRRHEE à VATECH WABAG.</p>
Fin 2007	<p>Date prévue de la mise en service des ouvrages réhabilités.</p>
15 mars 2009	<p>Début d'exploitation</p>
Octobre 2010	<p>Mise en exploitation de la digestion</p>
Mars 2011	<p>La STEP est gérée par la SEAAL</p>

Annexe 3 :

Norme	Elle est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépassée ou une limite inférieure à respecter. Une norme est fixée par une loi, un décret.
Prélèvement	C'est une opération qui consiste à prendre une partie aliquote du milieu à étudier.
Echantillonnage	Consiste à retenir une fraction du prélèvement sur laquelle sera effectuée l'analyse.
By-pass	Une vanne murale motorisée, à commande manuelle permet la déviation des eaux urbaines vers le rejet de la station (D.R.H.E.E., 2010).
Eutrophisation	Processus naturel qui se met en évidence suite à la présence en excès de phosphore dans les cours d'eau lents, les lacs et les milieux marins provoque une prolifération anarchique d'algues lorsque la luminosité est suffisante. Ces algues consomment beaucoup d'oxygène indispensable à la vie piscicole. La vie et la mort de ces algues peuvent aussi engendrer une pollution qui arrive à dépasser la capacité d'épuration naturelle des cours d'eau (Badia, 2003).

Annexe 4 : Mode opératoire des analyses physico-chimiques

I) Filière eau

I.1) Matières en suspensions (MES)

a) Préparation de filtre de verre borosilicaté

- Immerger le filtre en vrac dans l'eau distillée pendant 04 heures ;
- Sécher le filtre à 150°C pendant 01 heure ou une nuit précédant l'essai ;
- Laisser refroidir dans le dessiccateur ;
- Peser le filtre (M_0).

b) Filtration sous vide de l'échantillon

- Placer le filtre (partie lisse en bas) dans l'entonnoir du dispositif de filtration ;
- Insérer l'entonnoir sur la fiole à vide ;
- Homogénéiser le flacon d'échantillon par quelques retournements ;
- Verser un volume de 250ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée ;
- Verser ce volume dans l'entonnoir, puis rincer l'éprouvette avec de l'eau distillée et y verser ;
- Mettre le dispositif de filtration en marche ;
- Rincer les parois internes de l'entonnoir avec de l'eau distillée et laisser filtrée ;
- Retirer le filtre à l'aide de pince à bouts plat ;
- Placer le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2H ;
- Laisser refroidir dans dessiccateur pendant 30min ;
- Peser le filtre (masse M_1) sur une balance électronique d'analyse et de précision.

I.2) Température

- Tromper le thermomètre dans le flacon d'échantillon ;
- Lire la valeur sur le thermomètre après son stabilisation.

I.3) Conductivité

- Vérifier le calibrage du conductimètre (Hach HQ 40 d multi) avec un étalon de $1413\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Plonger l'électrode de l'appareil dans un bécher rempli avec une quantité suffisante de l'échantillon pour l'immersion de l'électrode ;
- Placer le bécher sur un agitateur magnétique HANNA ;
- Appuyer sur la touche Read du conductimètre ;
- Lire la valeur de conductivité sur l'appareil ;
- Rincer l'électrode avant et après chaque opération avec de l'eau distillée.

I.4) potentiel d'Hydrique (pH)

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Plonger l'électrode du pH-mètre (Sension 1 Hach) dans un bécher contenant l'échantillon et un barreau magnétique ;
- Placer le bécher sur un agitateur magnétique HANNA ;
- Appuyer sur la touche (Read/Enter) du pH-mètre ;
- Lire la valeur de pH sur l'appareil après le bip-sonore
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée puis placer le dans la solution de conservation KCL.

I.5) Demande Chimique en Oxygène (DCO)

- Agiter la cuve de la gamme de concentration DCO selon la méthode choisi (Tab.D) ;
- Pipeter 2ml de l'échantillon dans le tube de réactif de DCO ;
- Bien agiter le tube et placer le dans thermostat LT200 réglé à 148°C pendant 2heures ;
- Secouer et laisser refroidir à une température ambiante la cuve ;
- Placer la cuve dans le spectrophotomètre Hach DR 2800 et lire la valeur affichée.

I.6) Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

- Prélever un volume d'échantillon en se référant au tableau n°7 ;

- Verser le volume dans le flacon de DBO₅ contient barreau magnétique et quelque goutte d'ATU
- Déposer deux pastilles de soude (NaOH) dans le godet en caoutchouc ;
- Bien visser l'OxiTop sur le flacon ;
- Démarrer la mesure en appuyant simultanément sur les boutons (S+M) pendant 02 secondes jusqu'à l'apparition de (--) puis (00) ;
- Placer le flacon dans l'incubateur réglé à 20°C, faire la lecture après 5 jours d'incubation ;
- La lecture de la valeur du jour se fait en appuyant sur le bouton (S).

Le choix de volume

Le choix du volume de l'échantillon à analyser se fait selon l'intervalle de mesure DCO. Dont la valeur de DBO₅ est estimée à 80% de la DCO mesurée pour les eaux urbaines :

Le volume de DBO₅ = DCO (mg/l) x 0,80

Tableau A : Volumes de la prise d'essai en fonction de l'intervalle de mesure de DCO

La charge	La prise d'essai (ml)	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
Très faible	432	0 - 40	1
Faible	365	0 - 80	2
Moyenne	250	0 - 200	5
Plus que moyenne	164	0 - 400	10
Peu chargée	97	0 - 800	20
Chargée	43,5	0 - 2000	50
Très chargée	22,7	0 - 4000	100

I.7) Dosage de l'Azote Total (NT)

- **LCK 338** : Doser dans un tube à essai 0,2ml de l'échantillon, 2,3 ml de d'hydroxyde de sodium (solution A) et une pastille d'oxydant (tablette B) ;
- **LCK 238** : Doser dans un tube à essai 0,5ml de l'échantillon, 2,0 ml de l'hydroxyde de sodium (solution A) et une pastille d'oxydant (tablette B) ;
- Fermer le tube immédiatement et sans mélanger ;
- Chauffer directement dans thermostat Hach LT200 à 100 °C pendant 60min ;
- Laisser refroidir pendant 15min et ajouter 01 MicroCap (C) ;
- Mélanger le tube jusqu'à ce que lyophilisat se soit complètement dissous du MicroCap ;
- Pipeter lentement du tube à essai 0,5ml dans le test en cuve ;
- Ajouter 0,2ml de solution D et bien mélanger la cuve ;
- Attendre 15min et nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Placer dans le spectrophotomètre DR 2800 et procéder à la mesure.

I.8) Dosage des Nitrites (NO₂)

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip ;
- Dévisser le DosiCap Zip (bouchon de test en cuve) ;
- Pipeter 2,0ml de l'échantillon dans la cuve ;
- Visser immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut (inverser le bouchon) ;
- Secouer énergiquement le tube, laisser au repos 10min et mélanger de nouveau ;
- Nettoyer l'extérieur de la cuve et procéder à la mesure par spectrophotomètre DR 2800.

I.9) Dosage de Nitrate (NO₃)

- Doser dans le test en cuve 1,0ml d'échantillon et 0,2ml de la solution « A » LCK339 ;
- Fermer le tube et bien mélanger le contenu ;

- Attendre 15min ensuite procéder à la mesure par spectrophotomètre DR 2800.

I.10) Dosage de l'Azote Ammoniacal (NH_4^+)

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip (au-dessous de bouchon) ;
- Dévisser le DosiCap Zip (le bouchon de test en cuve) ;
- Pipeter 0,2ml de l'échantillon dans le cuve à code barre LCK303 ;
- Visser immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut (inverser le bouchon) ;
- Secouer énergiquement le tube, laisser au repos pendant 15min ;
- Nettoyer l'extérieur de la cuve et procéder à la mesure par spectrophotomètre DR 2800.

I.11) Dosage de Phosphore Total (PT)

- Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévisser le DosiCap Zip (le bouchon de test en cuve) ;
- Pipeter 0.4ml de l'échantillon dans le cuve à code barre ;
- Visser immédiatement le DosiCap Zip en dirigeant le cannelage vers le haut (inverser le bouchon) ;
- Secouer énergiquement le tube et chauffer dans le thermostat pendant 60min à 100°C ;
- Pipeter dans la cuve une fois refroidie 0,5ml de réactif « B » ;
- Remplacer le DosiCap Zip par un DosiCap C gris et visser le sur la cuve ;
- Secouer énergiquement le tube, laisser au repos pendant 10min et mélanger de nouveau ;
- Nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par le spectrophotomètre DR 2800.

II) Filière boue

II.1) Calcul de la matière en suspension par centrifugation (MES)

- Homogénéiser l'échantillon en l'agitant.
- Centrifuger le volume de la prise d'essais à 4000 tours /min pendant 13 min.
- Eliminer le surnagent et recueillir le culot.

- Sécher les coupelles vides dans l'étuve à 105°C, puis les peser.
- Mettre le dépôt de chaque échantillon dans la coupelle puis sécher à 105°C pendant 24h puis le peser.
- Calculer la teneur en suspension.

II.2) Calcul de la matière sèche

- Peser les creusets vides ;
- Mettre dans les creusets une quantité de boue que nous pesons ;
- Etuver les creusets à 105°C jusqu'à poids constant puis les peser ;
- Calculer la matière sèche.

II.3) Calcul de la matière volatile sèche (MVS)

- Peser les creusets vides ;
- Mettre dans les creusets une quantité de boue que nous pesons ;
- Etuver les creusets à 105°C jusqu'à poids constant ;
- Passer les creusets au four à moule 550°C pendant 2h, puis les peser ;
- Calculer la MVS.

II.4) Détermination de l'AGV (Acide Gras Volatile)

- Après les mesures de la détermination de la TAC, on continue à ajouter l'acide jusqu'au pH = 3,5 ;
- Mettre le mélange dans un ballon et chauffer (dans une chauffe ballon) ;
- Une fois le mélange commence à bouillir lancer le chronomètre 3 min après refroidir et lire la valeur du pH ;
- Ajouter la base NaOH jusqu'à atteindre pH=4 (V_1 est le volume correspondant) ;
- Ajouter encore du NaOH jusqu'à pH=7 et lire le volume V_2 de la base.

Annexe 5 :**Tableau B :** Evaluation journalière des différents paramètres (filière eau)

date	T (°C)		PH		Cond (µS/cm)	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE
1/03/2017	19,7	15,7	7,68	7,95	1618	1577
2/03/2017	11,3	15,8	7,69	8,05	1554	1552
3/03/2017	19	16,8	7,68	8,02	1640	1555
4/03/2017	16,9	11,6	7,71	7,94	1618	1532
5/03/2017	15,3	12,6	7,66	7,89	1603	1548
6/03/2017	14,8	12,6	7,88	8,01	678	938
7/03/2017	17,2	14,6	7,56	7,69	1611	1544
8/03/2017	17,3	17,7	7,61	7,72	1431	1208
9/03/2017	18,3	17,8	7,72	7,8	1552	1331
10/03/2017	17,8	15,1	8	8,06	1100	1461
11/03/2017	16,8	18,3	7,32	7,54	1220	1011
12/03/2017	16,9	14,2	7,67	7,75	1165	957
13/03/2017	12,2	16,1	7,66	7,78	1134	1103
14/03/2017	16,6	14,7	7,81	7,95	1502	1174
15/03/2017	14,6	12,2	7,73	7,96	1501	1492
16/03/2017	19,1	17,7	7,61	7,83	1573	1580
17/03/2017	16,7	11,8	7,61	7,79	1590	1587
18/03/2017	12,1	12,4	7,74	7,81	1497	1211
19/03/2017	13,4	15,5	7,78	7,99	1502	1317
20/03/2017	18,6	16,5	7	7,88	1645	1592
21/03/2017	19,2	13,2	7,7	7,94	1616	1538
22/03/2017	16,6	14,1	7,29	7,73	1471	1446
23/03/2017	16,1	14,6	7,62	8,05	1426	1414
24/03/2017	17,3	15,4	7,68	8,02	1532	1342
25/03/2017	12,5	16,2	7,73	7,94	1539	1349
26/03/2017	18,1	17,6	7,7	7,98	1584	1420
27/03/2017	16,5	14,3	7,54	7,84	1567	1432
28/03/2017	17,4	15,6	7,67	7,92	1580	1348
29/03/2017	14,7	12,2	7,55	7,58	1532	1342

30/03/2017	13,5	15	7,61	7,69	1682	1564
31/03/2017	18	17,1	7,65	7,95	1603	1542
moyenne	16,274	15	7,641	7,872	1479,54	1387,32

Tableau C : Evaluation journalière de la DCO, de la DBO₅ et de la MES

date	DCO (mg O ₂ /l)		DBO ₅ (mg O ₂ /l)		MES	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE
1/03/2017	602	30	220	17	218	7,2
2/03/2017	648	30	280	13	427	8
3/03/2017	935	30	220	4	617	9,2
4/03/2017	752	34,7	260	1	406	9,6
5/03/2017	661	34	220	4	546	5
6/03/2017	1223	28,6	360	1	1550	4
7/03/2017	1187	22,4	320	2	1467	4
8/03/2017	732	28,9	240	6	518	6
9/03/2017	960	25,1	340	4	688	5,6
10/03/2017	1043	27	340	2	832	5,6
11/03/2017	1619	17	320	6	1560	1,6
12/03/2017	1192	22,7	440	2	1076	4
13/03/2017	839	33,7	200	4	330	2,8
14/03/2017	1183	24	440	2	970	4
15/03/2017	1298	25,5	480	3	1133	2,8
16/03/2017	1244	31,5	360	7	984	1,6
17/03/2017	1258	31,2	220	2	2940	4,8
18/03/2017	1421	22,7	740	4	4280	3
19/03/2017	1281	31,3	720	4	3410	7
20/03/2017	1368	25,4	900	6	3447	5
21/03/2017	1255	38,2	320	11	2106	1,6
22/03/2017	1259	38,4	260	8	1467	4,4
23/03/2017	1979	32	460	2	4180	4,4
24/03/2017	269	27	200	4	212	7,1
25/03/2017	432	17	160	1	229	7,3
26/03/2017	456	31,5	160	1	274	5
27/03/2017	317	22,6	180	2	184	1,5
28/03/2017	267	25,5	360	1	164	4
29/03/2017	249	38	580	5	244	3,6
30/03/2017	410	38,2	280	3	260	4
31/03/2017	404	32	200	4	272	3
moyenne	927,193	28,906	347,742	4,387	1193,258	4,732

Tableau D : Evaluation des paramètres azotés et le phosphore total (filière eau)

date	NT (mg/l)		N-NT ₄ ⁺ (mg/l)		N-NH ₃ (mg/l)		PT (mg/l)	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE
01/03/2017	128	35,8	41,8	27,5	0,17	0,98	17,4	6,9
02/03/2017	78,5	32,2	11,7	9	1,63	1,81	4,99	2,8
03/03/2017	53,1		33,4	21,22	0,68	1,12	5,64	1,34
04/03/2017	57,6	28	25,9	13	1,53	2,45	12,8	5,8
05/03/2017	56,1	19	24,2	6,87	1,5	2,42	12,3	4,75
06/03/2017	42,2		38,8	18,64	0,54	1,51	5,64	1,34
07/03/2017	62,1	36,3	40,8	4,51	0,68	1,12	16,1	4,48
08/03/2017	53,1	35	33,4	21,3	0,54	1,51	5,64	2,65
09/03/2017	42,2	33,4	38,8	18,8	0,64	1,63	5,64	1,34
10/03/2017	44	28,5	36,2	15,6	0,6	3,04	5,64	1,34
11/03/2017	56,8	48	33,6	7,07	0,53	1,5	5,63	3,5
12/03/2017	57,5	49,6	25	14	0,62	1,6	8,42	7,11
13/03/2017	42,3	28,4	24,3	13	0,64	1,63	8,41	7,1
14/03/2017	62,2	36	33	21,1	0,54	1,51	8,33	6,88
15/03/2017	56,7	44,8	33,5	4,51	0,56	1,54	8,3	6,81
16/03/2017	44,2	28,6	33,6	21,3	0,6	1,59	5,64	1,34
17/03/2017	44	28	33,4	21,4	0,64	1,63	5,64	1,34
18/03/2017	54,1	43,5	34	15,6	0,65	1,67	5,63	3,5
19/03/2017	53,8	35	35,2	7,07	0,64	1,63	5,64	1,34
20/03/2017	64	37	32,8	21	0,64	1,63	16,1	4,48
21/03/2017	72	39	40	7,6	0,62	1,6	5,64	1,34
22/03/2017	56,1	46,2	35,2	14,8	1	2,3	5,64	1,34
23/03/2017	53,1	35	32,9	21,3	0,8	2	5,64	1,34
24/03/2017	56,5	46,6	33,5	18,8	1,5	2,42	5,63	3,5
25/03/2017	44	28	33,2	22	0,66	1,74	8,42	7,11
26/03/2017	42,2	28,2	33,1	21,5	0,62	1,6	8,5	7,32
27/03/2017	56,8	46,9	33,6	21,8	0,6	1,59	8,42	7,11
28/03/2017	43,1	27,5	36,2	15,9	0,63	1,62	5,63	3,5
29/03/2017	57	47	33,2	21	0,64	1,63	8,42	7,11

30/03/2017	44,1	28,2	38,5	18,4	0,66	1,74	8,41	7,1
31/03/2017	44,3	28,4	38,8	18,8	0,56	1,54	8,33	6,88
moyenne	55,539	35,452	33,277	16,271	0,737	1,719	8,007	4,187

Tableau E : Variation journalière du pH et MES (filère boue)

date	PH		MES (mg/l)	
	BE	BS	BP	BD
1/03/2017	7,85	8,16	47	26
2/03/2017	7,45	8,24	29	26
3/03/2017	7,68	7,87	36	27
4/03/2017	7,34	8,24	38	29
5/03/2017	7,34	8,45	24	17
6/03/2017	7,91	8,42	39	30
7/03/2017	7,66	8,2	33	28
8/03/2017	8	8,14	26	23
9/03/2017	7,51	8,08	70	26
10/03/2017	7,68	8,4	65	29
11/03/2017	7,53	8,01	62	28
12/03/2017	7,51	8,42	68	26
13/03/2017	7,89	8,32	30	28
14/03/2017	7,82	7,89	52	26
15/03/2017	7,01	7,11	51	28
16/03/2017	7,03	7,1	63	31
17/03/2017	6,74	7,14	53	30
18/03/2017	6,8	7,06	47	28
19/03/2017	6,6	7,06	58	29
20/03/2017	6,57	6,96	48	23
21/03/2017	6,66	8,19	41	32
22/03/2017	7,67	8,3	63	31
23/03/2017	8,14	7,97	63	31
24/03/2017	7,73	8,4	34	18
25/03/2017	7,54	8,41	62	28
26/03/2017	7,43	8,32	68	26

27/03/2017	7,46	8,27	52	26
28/03/2017	7,23	7,92	53	27
29/03/2017	7,19	8,24	33	26
30/03/2017	6,55	7,91	36	28
31/03/2017	6,75	8,27	41	32
moyenne	7,364	7,983	47,903	27,226

Tableau F : Evaluation journalière de la MS et la MVS (filère boue)

date	MS (mg/l)		MVS (mg/l)	
	BP	BD	BP	PD
1/03/2017	55	30	44	40
2/03/2017	33	27	38	20
3/03/2017	93	29	41	39
4/03/2017	8	27	36	33
5/03/2017	63	29	36	32
6/03/2017	13	29	34	30
7/03/2017	139	29	38	38
8/03/2017	59	29	40	39
9/03/2017	70	28	35	33
10/03/2017	99	29	41	44
11/03/2017	99	29	44	37
12/03/2017	87	31	38	31
13/03/2017	75	30	42	37
14/03/2017	80	29	30	20
15/03/2017	81	29	35	24
16/03/2017	15	32	36	34
17/03/2017	73	29	36	35
18/03/2017	74	29	25	23
19/03/2017	72	28	34	32
20/03/2017	75	30	35	31
21/03/2017	80	27	30	29
22/03/2017	34	31	26	23
23/03/2017	33	29	35	31
24/03/2017	17	28	44	32
25/03/2017	75	31	38	33
26/03/2017	73	29	29	35
27/03/2017	72	27	34	32
28/03/2017	75	28	34	23
29/03/2017	80	30	38	34

30/03/2017	71	28	35	32
31/03/2017	74	29	36	31
moyenne	66,032	29	35,710	31,710

Tableau I : Variation du TAC, AGV et le rapport AGV/TAC

Date(J)	TAC	AGV	AGV/TAC
01/03/2017	54,237	3,2	0,059
03/03/2017	42,857	3,6	0,084
06/03/2017	45,902	2,8	0,061
07/03/2017	25,532	3,6	0,141
08/03/2017	45	3,6	0,08
10/03/2017	58,065	3,6	0,062
12/03/2017	29,508	3,6	0,122
14/03/2017	41,667	4	0,096
16/03/2017	58,065	3,6	0,062
17/03/2017	50	2,8	0,056
18/03/2017	63,6	2,4	0,037
20/03/2017	66,8	3,6	0,053
22/03/2017	67,2	3,6	0,054
24/03/2017	63,2	3,6	0,057
25/03/2017	66	3,6	0,055
28/03/2017	64,8	3,6	0,056
29/03/2017	62,8	3,6	0,058
31/03/2017	62	4,4	0,071

Tableau G : Les germes existants dans la boue

Genre/ Date (mars 2017)	1	3	5	6	8	9	7	8	10	11
<i>Arcella</i>		+	++		+		++	++	+++	++
<i>Epistylis</i>	+++	+++								
<i>Vorticella</i>	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Zoothamnium</i>	++	++	++		++					
<i>Stentor</i>										
<i>Aspidisca</i>	++	+++	+++		+++	+	+++	+++	++	++
<i>Tokophrya</i>		+	+							
<i>Paramecium</i>			++	+						
<i>Oxytriches</i>										+

<u>Opercularia</u>						+				
<u>Bacteries filamenteuses</u>			++		++		++	++	+	++

Genre /Date (mars 2017)	13	15	17	19	21	24	26	28	31
<u>Arcella</u>	+			+		++	++	+	+
<u>Epistylis</u>				++	+++		++	+++	+++
<u>Vorticella</u>	+++	++	+	+	++	++	++	+	+
<u>Zoothamnium</u>			++	++	++	+++		++	+
<u>Stentor</u>									
<u>Aspidisca</u>	++		++		++	+++		+++	++
<u>Tokophrya</u>		+	+			+		+	+
<u>Paramecium</u>		++							
<u>Oxytriches</u>								+	
<u>Opercularia</u>									
<u>Bactéries filamenteuses</u>	+	++	++	++	++	++	++	++	++

+: population rare

++: population moyenne

+++ : population abondante

Etude des performances d'une station d'épuration des eaux usées : Cas de la STEP de BARAKI

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), créé 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 de BARAKI.

Ce travail a pour but de vérifier l'efficacité du fonctionnement de la station par le procédé des boues activées. Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 98,89% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5) sont respectivement de 96,88% et de 98,74%. L'élimination du NO₂⁻, NO₃⁻ et PO₄⁻ est très faible.

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

Abstract

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

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

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

The results present satisfactory outputs purifying 98,89% of the suspended matter. The outputs of chemical oxygen demand (COD) and five-day biological oxygen demand (BOD5) is respectively 96,88% and 98,74%. The elimination of NO₂⁻, NO₃⁻ and PO₄⁻³ is very weak. The purpose of this station is the protection and control of water discharges and the protection environment.

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

المخلص

المحافظة على الموارد المائية هي من بين المشاكل الرئيسية التي تؤثر على بيئتنا، لهذا اقترحت العديد من الدول طريقة لمعالجة مياه الصرف الصحي (المحلية/ أو الصناعية)، وإعادة استخدامها من أجل الحفاظ على هذه الثروة.

تقنية معالجة المياه في الجزائر جديدة، والمسؤول على متابعة هذه التقنية هو الديوان الوطني للتطهير (ona)، الذي أنشأ في عام 2001 تحت اشراف وزارة الموارد المائية، والتي تدير عدة محطات.

تشمل دراستنا العديد من التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي أجريت في معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة الحمأة المنشطة في منطقة براقى.

الهدف من هذا العمل هو التحقق من الأداء الفعال للمحطة بواسطة عملية الحمأة المنشطة.

قد أوضحت النتائج مردودية مرضية تقدر بـ 98.89% بالنسبة للموارد العالقة، أما فيما يخص معيار الطلب الكيميائي و البيولوجي للأوكسجين فقد قدر مردودهما بـ 96.88% و 98.74% على التوالي، في حين أن معدل إزالة كل من NO₂⁻ و NO₃⁻ و PO₄⁻³ جد منخفض

الغرض من هذه المحطة مراقبة المياه بعد معالجتها والمحافظة على البيئة

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، براقى، الحمأة المنشطة، الأداء.