

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID



كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

قسم الري

Département d'Hydraulique



Mémoire

De fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de licence en
Hydraulique

OPTION : TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES EAUX

BILAN DE SUIVI DES PERFORMANCES DE FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'EPURATION A BOUES ACTIVEES : CAS DE LA STEP AIN EL HOUTZ

Soutenu le : 05 -06 - 2013.

Par: M^r. BOUMEDIENE MOHAMMED EI AMIN

Devant les membres du Jury :

M^r. CHIBOUB FELLAH.A

EXAMINATEUR

M^r. BOUMEDIENE.M

ENCADREUR

M^r. HABI.M

CO ENCADREUR

PROMOTION: 2012 – 2013

Remerciements

Je remercie mon encadreur **MrBOUMEDIENE.M** pour ses conseils et pour m'avoir honoré en acceptant de diriger ce travail.

Je remercie mon Co encadreur **Mr HABI .M** qui m'a aidé à terminer mon travail.

Je remercie également **Mr CHIBOUB FELLAH.A** qui a accepté de faire partie du jury et d'examiner mon travail.

Je remercie **BOUMEDIENE.H** qui m'a aidée dans mon travail dès le début.

Je remercie tous l'effectif travaillant dans le département d'hydraulique spécialement le chef de département **MrBESSEDIK MADANI**

J'exprime ma reconnaissance à mes amis qui m'ont encouragés et m'ont aidés dès le début.

Je voudrais remercier aussi l'ensemble des personnes de la station d'AIN EL HOUT spécialement **MOHAMED** et **N.HABI**.

Pour finir je veux remercier tout les personne de la bibliothèque de la faculté de technologie (Université de Tlemcen).

BOUMEDIENE MOHAMMED EL AMIN

Dédicace

Je tien à dédier ce modeste travail :

*A mes chers parents pour la
compréhension, la patience et le soutien
moral et financier.*

A ma sœur et mon frère.

A ma fiancée

A mes deux grands-mères

A mes deux grands pères

A mes oncles et mes tantes.

*A tous la famille BOUMEDIENE et
MOUSSOUNI*

A tous mes amies spécialement de TTE

A tous les étudiantes d'hydraulique



Boumediene M .E.A

Résumé

Mon travail a été fait au niveau de la station d'épuration **STEP de AIN EL HOUTZ (TLEMCEM)**.

Le but de mon travail est de suivre les performances épuratoires de la station (rendements en élimination de la pollution : DBO5, DCO et MES), et d'autres paramètres qui peuvent influencer sur le traitement par boues actives (pH, température, la charge organique, la teneur en oxygène) par une série de données des analyses physico-chimique des eaux (brutes et traitées) et confirmer si les données sont correspondre à la norme de rejet.

المخلص

قد تم عملي هذا على مستوى محطة معالجة المياه ب عين الحوت ولاية تلمسان. الغرض من عملي هذا هو متابعة أداء تنقية المحطة للمواد الملوثة و غيرها من المعالم التي يمكن ان تأثر في العلاج بواسطة الحمأة المنشطة مثل درجة الحموضة, درجة الحرارة, الحمل العضوي, محتوى الأوكسجين عن طريق مجموعة من البيانات الفيزيوكيميائية لتحليل المياه الملوثة و المعالجة و مقارنة ما اذا كانت البيانات تلائم مقاييس طرح المياه القدرية.

Abstract

My work was done at the level of water treating station-step of **Ain EL HOUTZ (Tlemcen)**; the aim of this work is:

To observe the filtering station of pollution matters and other matters which can affect the operation of treating by the active mud, for example: acid degree (pH), temperature (T°), organic charge, quantity of oxygen by physical-chemical data of water (filtering water and contaminate water) and to confirmed that these data are suitable to the norm of the dismissal.

SOMMAIRE

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Notion symbole utilises.....	III

Introduction.....	01
-------------------	----

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.1-Définition.....	03
I.2-Originé et composition des eaux usées.....	03
A .Les eaux usées domestique.....	03
B. Les eaux industrielles.....	03
C. Les eaux agricoles.....	03
D. Les eaux pluviales.....	03
I.3-Système d'assainissement.....	03
1. Le système unitaire.....	03
2. Le système séparatif.....	04
I.4- La pollution des eaux usées.....	04
1. différents types de pollution.....	04
a- La pollution chimique.....	04
b- La pollution organique.....	04
c- La pollution microbienne.....	04
d- La pollution thermique.....	05
e- La pollution radioactive.....	05
f- La pollution par hydrocarbures.....	06
2. Les paramètres caractéristiques des eaux usées.....	06
a- Les paramètres physiques.....	06
b- Les paramètres chimiques.....	07
c- Les paramètres toxique.....	07
I.5- Estimation de la pollution de rejets et charge de polluante.....	07

a- Définition de l'équivalent habitant.....	08
b- Charge de polluante.....	09
I.6- Conclusion.....	09

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

A- Prétraitement.....	10
1-Dégrillage.....	10
2-Dessablage.....	11
3-Dégraissage, déshuilage.....	11
B- La décantation primaire.....	11
C- L'épuration biologique.....	12
1-Les lits bactériens.....	12
2-Les boues activées.....	12
3-Les disques biologiques.....	12
4-Le lagunage naturel et aéré.....	13
D- La décantation secondaire.....	13
E- Le traitement tertiaire(ou de finition).....	14
a-Origine de l'azote et du phosphore.....	14
b-Mode d'élimination de l'azote et du phosphore.....	14
1-Elimination de l'azote par les procédés physico-chimique.....	14
2-Elimination de l'azote par procédés biologique.....	15
3-Elimination du phosphore par les procédés biologique	16
4-Elimination du phosphore par procédés physico-chimique.....	16

Chapitre III : épuration par boues activées

III.1- Introduction	18
III.2-Paramètre de fonctionnement des stations à boues activées.....	19
A) La charge massique (Cm).....	19
B) La charge volumique(Cv).....	19
C) Age des boues.....	20

III.3-Décantabilité des boues.....	20
III.4-Aération dans les bassins à boues activées.....	20
III.4.1-Les système d'aération.....	21
III .5-Paramètre influençant les bassins à boues activées.....	21
A) Effet de la température.....	21
B) Effet du pH.....	21
III.6- Micro-organisme des boues activées.....	22

Chapitre IV : Présentation de la STEP d'Ain El Houtz

Et Performances de traitement

IV.1-Introduction.....	23
IV.2-Situation géographique.....	23
IV.3-Principe de fonctionnement de la STEP.....	24
IV.4-Description des installations.....	25
IV.5-Données de base.....	26
IV.6-Caractéristiques après traitement prévu par l'étude.....	27
IV.7-Filière de traitement.....	28
IV.8-Performances de fonctionnement de la STEP.....	34
IV.9-Conclusion générale.....	39

Liste des tableaux

-Tableau I.1 : Germes pathogène rencontré dans les eaux usées.....	05
-Tableau I.2 : Norme de rejet des eaux usées appliquées en Algérie.....	08
-Tableau III.1 : Classification des procédés à boues activées.....	20
-Tableau IV.1 : Données de base de la STEP de Ain El HOUTZ.....	27
-Tableau IV.2 : Résultats des paramètres de pollution de l'eau effectués sur les eaux usées de la STEP de Ain El HOUTZ (Moyenne du mois : période d'Avril 2012 jusqu'à Décembre 2012).....	35

LISTE DES FIGURES

Figure II.1 : Schéma générale de la nitrification-dénitrification.....	15
Figure III.1 : Schéma générale d'une station d'épuration par boues activées.....	19
Figure III.2 : Aérateur à turbine lente.....	21
Figure IV.1 : Vue de la station d'épuration d'Ain El Houtz (Tlemcen).....	23
Figure IV.2 : Situation géographique de la STEP de Ain El Houtz.....	24
Figure IV.3 : Schéma générale de la station d'épuration d'Ain El Houtz.....	26
Figure IV.4 : Déversoir d'orage	28
Figure IV.5 : Grille grossière manuelle.....	29
Figure IV.6: Grille mécanisée.....	29
Figure IV.7 : Déssableur-déshuilleur.....	30
Figure IV.8 : Bassin de nitrification dénitrication.....	31
Figure IV.9 : Bassin d'aération.....	32
Figure IV.10 : Photo de clarificateur.....	32
Figure IV.11 : Photo des bassins de chloration.....	33
Figure IV.12 : Photo d'un épaisseur.....	33
Figure IV.13 : Vue d'un lit de séchage rempli de boues.....	34
Figure IV.14 : Valeurs de la DBO ₅ dans l'eau épurée	36
Figure IV.15 : Rendement d'élimination de la DBO ₅ dans la STEP.....	36
Figure IV.16 : Valeurs de la DCO dans l'eau épurée.....	37
Figure IV.17 : Rendement d'élimination de la DCO dans la STEP.....	37
Figure IV.18 : Valeurs des MES dans l'eau épurée.....	38
Figure IV.19 : Rendement d'élimination des MES dans la STEP.....	38

NOTION ET SYMBOLE UTILISES

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l)

DCO : demande biochimique en oxygène (mg/l)

pH : Potentiel hydrogène

MES : Matière en suspension (mg/l)

MVS : Matière volatiles en suspension (mg/l)

MO : Matière organique (mg/l)

C_m : La charge massique

C_v : La charge volumique

I_m : Indice de mohlman (cm³/g)

STEP : Station d'épuration

ONA : Office Nationale d'Assainissement

INTRODUCTION

Introduction

L'Algérie est un pays riche en ressources naturelles telles que les ressources fossiles et les minerais de phosphates et de fer. Cependant, elle accuse un important déficit en ressources hydriques.

En effet, avec l'expansion des villes, l'industrialisation et l'évolution des modes de consommation, en sus, d'un climat de plus en plus aride que connaît le pays, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées chaque année. Actuellement, les eaux usées ne sont épurées qu'à 40 % et rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Face à la pénurie d'eau, due essentiellement à la baisse régulière du volume des précipitations depuis ces dernières décennies, et dans un souci de préservation des ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service de plusieurs stations d'épuration.

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux.

Pour lutter contre la pollution, éviter les maladies d'origine hydrique et protéger le milieu récepteur on a recours à des solutions fiables telles que : la construction des stations d'épuration et de traitement qui englobe les analyses et les contrôles périodiques des eaux depuis les années 80. L'Algérie a engagé un programme de réalisation des stations.

En vue d'étudier l'efficacité des stations d'épuration à boues activées concernant l'abattement de la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi de travailler, dans ce projet de fin d'étude, sur la station d'épuration de la ville de Tlemcen (AIN EL HOUTZ) comme exemple de STEP à boues activées opérationnelle en Algérie.

On a organisé ce travail de la manière suivante :

- Le Chapitre 1 donne des généralités sur les eaux usées, composition et la pollution des eaux usées ;

- Le chapitre 2 présente les différents procédés d'épuration des eaux usées domestiques ;
- Le chapitre 3 parle du procédé d'épuration par boues activées et enfin
- Le chapitre 4 donne une présentation et une description de la station d'épuration de (AIN EL HOUTZ) de la ville de Tlemcen et présentation de quelques résultats sur le traitement.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES EAUX USEES

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I.1- Définition :

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique (eaux ménagères lessives, cuisine et bain ainsi que les eaux de vannes, industriel, artisanal, agricole ou autre.

Une personne consomme en moyenne 150 à 200 litres d'eau potable par jour. Une fois utilisée, elle devient de l'eau dite « eau usée » [1].

I.2- Origine et Composition des eaux usées :

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre catégories d'eaux usées :

A. Les eaux usées domestiques : Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, ...etc.et en eaux 'vannes' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [1].

B. Les eaux industrielles : Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques ou des hydrocarbures [1].

C. Les eaux agricoles : L'agriculture est une source de pollution des eaux car elle apporte les engrais et les pesticides.

D. Les eaux pluviales : On entend par eaux pluviales, les eaux issues du ruissellement des toitures, des terrasses, des parkings et des voies de la circulation. Leur destination est le milieu naturel [1].

I.3- Système d'assainissement : c'est un réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers une station d'épuration. On distingue :

1. Le Système unitaire: L'assainissement des eaux se fait au moyen d'un seul collecteur qui recueille les eaux usées et les eaux pluviales. Appelé aussi « tout-à-l'égout »

[2]. La notion de « tout-à-l'égout » est aujourd'hui à proscrire, car elle suggère que tout et n'importe quoi peut être rejeté dans le réseau d'assainissement unitaire [3].

2. Le système séparatif : L'assainissement des eaux se fait cette fois-ci au moyen de deux collecteurs, l'un étant réservé aux eaux usées et l'autre aux eaux pluviales [2]. Il consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents. Ce système présente, par ailleurs certains avantages :

- * il permet d'évacuer rapidement et efficacement les eaux les plus polluées, sans aucun contact avec l'extérieur ;

- * il assure à la station d'épuration qui traite les eaux collectées un fonctionnement régulier [3].

I.4 - La pollution des eaux usées :

Les eaux usées, aussi appelées eaux polluées, sont constituées de toutes les eaux de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées. Ces eaux sont altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

1. Différents types de pollutions : on distingue :

a- la pollution chimique : due à la présence de substances chimiques dissoutes dans l'eau [4]. Cette pollution est due essentiellement au déversement de polluants organiques et des sels de métaux lourds qui sont les plus menaçants rejetés souvent par les unités industrielles [5].

b- la pollution organique : Elle constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acception la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales). On distingue, pour les eaux usées urbaines, les matières organiques banales "protéides, glucides, lipides", Les détergents, les huiles et goudron [6].

c- la pollution microbienne : Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale.

La nature de la population bactérienne par exemple est très variée et il n'est pas possible d'en faire ici un inventaire complet [6]. L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique,

etc....) [6]. Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux sont données sur le tableau I.1 suivant :

Tableau I.1: Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées

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

d- la pollution thermique: Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); ont une température de l'ordre de (70 à 80°C.) Elle diminue jusqu'à (40 à 45°C) lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène [7].

e- la pollution radioactive: C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [7].

f- la pollution par hydrocarbures: La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent

largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes.

* **Toxicité aigue:** elle s'exerce sur l'ensemble des êtres vivants du milieu (végétaux, animaux ou bactéries) provoquant des disparitions immédiate des poissons s'effectuent par colmatage des bronchites. Les oiseaux sont également tués en masses par engluage des plumes. On n'estime que 150 000 à 400 000 le nombre d'oiseaux tués annuellement par les hydrocarbures.

* **Toxicité à long terme:** les hydrocarbures ou les produits de dégradation, peuvent être accumulés par les différents organismes marins, après leur ingestion, leurs effets peuvent s'étaler sur des périodes très longues. Ce danger est évidemment plus grave lorsqu'il s'agit des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA) cancérigènes. Ils sont repris par les chaînes alimentaires et concentrées jusqu'à des taux très élevés. On imagine le danger que peut présenter ce phénomène pour le consommateur humain [9].

2. Les paramètres caractéristiques des eaux usées: On distingue les paramètres physiques, les paramètres chimiques et les paramètres toxiques.

a- Les paramètres physiques :

- **Les matières en suspensions:** Elle représente les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenue par un filtre. Les MES qui comportent des matières organiques et minérale, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les techniques d'analyse font appel à la séparation directe par filtration ou par centrifugation [3].

- **Les matières volatiles en suspensions (MVS):** Elle représente la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2h. La différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS (en mg /l) d'une eau [3].

- **Les matières organiques:** Les matières organiques proviennent des êtres vivants (matières végétales ou animales, excréments, urines...) ou des produits fabriqués à partir de ces êtres vivants (papier, tissus). On retiendra que les matières organiques sont principalement composées par (de l'hydrogène, de l'oxygène, du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre).

- **les matières minérales:** elles représentent le résultat d'une évaporation total de l'eau, c'est-à-dire « extrait sec ».constitué à la fois par les matières minéral en suspensions et la matière solubles (chlorures, phosphate, ...etc.) [3].

-**les matières décantables:** Elles sont composées des matières en suspensions qui sédimentent en 2heurs dans une éprouvette.

b- Les paramètres chimiques :

- **La demande biochimique en oxygène (DBO):** elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation et au moyen des bactéries aérobies, les matières organiques des eaux usées. Cette oxydation s'effectue en deux stades :

- Oxydation des composés de carbone, phénomène qui à 20°C, se trouve pratiquement terminer en 20 jours ;
- Oxydation des combinaisons comprenant de l'azote, réaction qui ne s'amorce qu'au bout d'une dizaine de jour.

La mesure de la DBO est effectuée généralement après 05 jours (DBO₅) qui est exprimée en mg d'oxygène consommée par litre. Elle se déterminer de façon courante par la méthode dite de dilution qui consiste à diluer l'eau à analyser dans un certain rapport avec une eau propre et saturé en oxygène dissous [8].

-**La demande chimique en oxygène (DCO):** La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau a l'aide de bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydable [8].

c- Les Paramètres toxiques : On distingue parmi ces paramètres les toxicités des eaux .la notion de toxicité est très générale, elle peut être aigue ou à terme, directe ou indirecte. Certains toxiques ont une influence néfaste sur le déroulement des opérations de biodégradation des eaux usées ou minéralisation biologique des boues [8].

I.5 - Estimation de la pollution des rejets et charge de polluante :

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 a 200 litres d'eaux est évaluée de 70 a 90 g de matière en suspensions (MES) ,60 a 70 g de matière organiques (MO) ,15 a 17g de matières azotés (N), 4 g de phosphore (P) et plusieurs milliards de germes pour 100 ml. Pour estimer une pollution en vue de dimensionner un système d'épuration, il faut disposer d'une unité. Dans la pratique on prend comme unité de pollution l'équivalent habitant [5].

a- Définition de l'équivalent habitant :

L'équivalent habitant c'est la pollution journalière produite par un habitant et par jour exprimée en g d'oxygène nécessaire pour la dégradation [9].

b- Charge de polluante :

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

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

Ces valeurs sont variables suivant le nombre d'habitants raccordé au réseau [6].

*Charge en matière en suspension : les charge en matière en suspension sont de l'ordre de 70 à 90 g/h/j avec environ 70 % de matières organiques et de 30 % de matières minérales. Ceci correspond a une charge en MVS de 50 a 64 g/hab.j.et de 20 à 25 g/hab.j pour les matière minérales [6].

*Charge en DCO : les charge en DCO apportées les eaux usées varient généralement de 60 à 180 g/hab.j en fonction du nombre d'habitant.

Le tableau I.2 présente les normes de rejet concernant les paramètres de pollution des eaux usées appliquées en Algérie.

Tableau I.2 : Normes de rejet des Eaux usées appliquées en Algérie

Paramètre	normes	unités
T°	30	(C°)
pH	6,5-8,5	
O ₂	5	Mg/l
DBO ₅	30	/
DCO	90	/
MES	30	/
Chrome	0.1	mg/l
Zinc	2	/
Azote	50	/
Phosphates	2	/
Huiles et graisses	20	/
Détergents	1	/
Hydrocarbures	10	/

I.6- Conclusion :

Les conséquences de la pollution des eaux usées sont multiples, que se soit directement ou indirectement sur l'homme ou indirectement sur le milieu ou il vit. L'assainissement des eaux usées, répond donc a ces deux préoccupations essentielles en vue de préserver les ressources en eaux et le cadre de vie. Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte, à la sortie des eaux usées vers le milieu naturel. Elle comporte une succession de dispositifs empruntés tour à tour par les eaux usées. Chaque dispositif est conçu à éliminer une partie des polluants contenus dans les eaux usées.

CHAPITRE II

PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux Usées

D'une façon générale, une station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes :

A- Prétraitement :

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

1- Dégrillage :

Le dégrillage consiste à débarrasser l'effluent des matières les plus volumineuses [8]. Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels [5].

Parmi l'espacement des barreaux on distingue :

- Un pré-dégrillage : espacement 30 à 100mm
- Un dégrillage moyen : espacement 10 à 25mm
- Un dégrillage fin : espacement 3 à 10mm

Pour le nettoyage des grilles, on peut rencontrer deux types de grilles :

✓ **Grilles manuelles** : se composent de barreaux le plus souvent inclinés de 60° à 80° sur l'horizontale, elles sont réservées à la petite station. Leur inconvénient est de nécessiter un nettoyage quotidien, car si la grille reste longtemps sans nettoyage, l'effluent risque de refluer dans le collecteur d'arrivée.

✓ **Grille mécanique** :

Cette mécanisation est indispensable afin d'éviter un colmatage rapide des canalisations.

Elles se classent en deux catégories :

- Grille droite : elle est inclinée à 80° sur l'horizontale. Le nettoyage se fait automatiquement à l'aide des râteliers, des peignes ou encore des brosses [5].
- Grilles courbes : sont utilisées pour les stations d'épuration des eaux industrielles. Le nettoyage se fait par un double râtelier tournant ou encore par un système de biellette appliquée contre la grille [6].

2- Dessablage : c'est un procédé consiste a l'élimination des sable présents dans l'effluent brute est indispensable pour protéger les conduit et les pompes contre l'érosion et le colmatage d'une part [6].

3- Dégraissage déshuilage : c'est une opération destinée à réduire les graisses et huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface. Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter [6].

➤ **Dégraisseur-déshuileur aéré :** Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h [6].

➤ **Déshuileur longitudinal :** C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond.

L'ouvrage et calculé pour :

- une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h
- une longueur de 2 à 6 m
- une hauteur d'eau de 1 à 3 m [5].

B- La décantation primaire :

Elle consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur .les matières solides se déposent dans le fond d'un ouvrage appelé décanteur pour former les boues primaire .Ces dernières sont récupérés au moyen d'un système de raclage [11]. Ce traitement s'effectue par des voies physico-chimiques pour facilité la décantation.

- La décantation simple : processus physique de séparation sous l'action de la pesanteur. Les matières en suspension ou colloïdales tendance à se séparer du liquide par sédimentation.

- La décantation associée : le principe ici et de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation pour former des floc plus gros et faciliter la décantation [10].

C- L'épuration biologique :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les micro-organismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floes et se développent en

utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes.

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

1- Les lits bactériens :

Les lits bactériens, appelés aussi lits ou filtres à ruissellement ont été utilisés pour le traitement biologique des eaux usées depuis près de 100 ans.

Son principe de fonctionnement est de faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement sur une masse de matériau (naturel ou plastique) servant de support aux micro-organismes. Les micro-organismes qui sont fixés sur le support éliminent les matières organiques par absorption des constituants solubles et en suspension.

Les lits bactériens sont des réacteurs biologiques à cultures fixées, non immergées, utilisant un matériau de contact traditionnel (pouzzolane, cailloux) [9].

2- Les boues activées : Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin (bassins d'aération) alimenté en eau usée à traiter. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante. Nécessite aussi une oxygénation suffisante [12].

La suspension boueuse contenant la flore bactérienne épuratrice contenue dans le bassin d'aération s'appelle boues activées et c'est elle qui absorbe la matière organique et, les composés azotés peuvent aussi oxyder par les phénomènes de nitrification-dénitrification [5].

3- Les disques biologiques :

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn⁻¹.

Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel [12].

4- Le lagunage naturel ou aéré :

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur.

Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques. Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène [12].

On distingue le lagunage aéré et naturel.

A - Le lagunage aérées : dans ce cas l'oxygénation nécessaire est produit par des aérateurs mécaniques à turbines ou par des appareils diffuseurs d'O₂ [13].

La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel et le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues [12].

b - Le lagunage naturel : dans ce cas l'oxygène provient de l'atmosphère [12]. L'épuration est assurée a long temps de séjour dans plusieurs des bassin disposés en série .Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies sont responsable a la dégradation des M.O. Le gaz carbonique formé par la bactérie que les sels minéraux contenus dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier [5].

D- La décantation secondaire :

A l'issue des traitements, une ultime décantation permet de séparer l'eau épurée et les boues ou résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques. Cette décantation est opérée dans des bassins spéciaux, les clarificateurs. L'eau épurée peut alors être rejetée dans le milieu naturel. Les boues récupérées en fond d'ouvrage sont pour partie renvoyées vers le bassin d'aération pour y maintenir la concentration voulue en micro-organismes épuratoires et, pour partie, extraites et envoyées sur la ligne de traitement des boues (lits de séchage, silos) [14].

E-le traitement tertiaire (ou de finition) : il comporte l'élimination de l'azote et phosphore :

a- Origine de l'azote et du phosphore :

*l'azote : l'azote présent dans l'eau se trouve sous deux formes :

1- azote minérale : principalement sous forme d'azote moléculaire, (N_2), d'ion ammonium (NH_4^+), d'ion nitrite(NO_2) et d'ion nitrate(NO_3).

2- azote organique : présent sous forme de protéines qui donnent par l'hydrolyse des acides aminés conduisant eux même par condensation aux peptides et polypeptides. Il se trouve également dans une grande variété d'autres combinaisons organique (urée, acide urique, créatinine etc.....).

* Phosphore : se présente lui aussi sous deux formes :

1- phosphore minérale : présent principalement sous formes d'ortho phosphate, de phosphures, de diverses combinions minérale come le triphosphate de sodium, le pyrophosphate tétra sodique et l'hexa méta phosphate de sodium.

2- phosphore organique : présent dans les combinaisons cellulaires organique soit en tant qu'élément de base de substances bien déterminées, soit en tant qu'élément mobile du métabolisme cellulaire [15].

b- Mode d'élimination de l'azote et du phosphore :

L'élimination de l'azote et du phosphore se fait par les deux procédés suivants :

Les procédés physico-chimiques et les procédés biologiques

1-Elimination de l'azote par les procédés physico-chimiques:

- **Le stripping (élimination de l'ammoniacque):** l'azote ammoniacal peut être éliminé par un gaz (air), circulant à contre-courant de l'effluent. Ce processus implique l'utilisation d'une tout dans lequel s'effectue-la réaction l'efficacité de l'épuration dépend du tempe de contact, du **pH** et de la température.

Il est possible d'élimination ainsi 98.5 % de l'azote ammoniacal contenu dans les eaux a un **pH** de 10.8 [16].

- **Les résines échangeuses d'ion :** cette technique s'applique aux formes minérales de l'azote et du phosphore, et la présence de **M.O** dans l'eau rend complexe l'utilisation des résines. En effet une partie de ces résines tend à se fixée irréversiblement sur les résines et à diminuer

progressivement leur capacité d'adsorption, il importe donc de les éliminer avant le passage de l'effluent sur les résines.

- **Le traitement électrochimique** : ce traitement se fait généralement sur les solutions côtières puisque dans ce processus une source de magnésium est indispensable [16].

2- L'élimination de l'azote par les procédés biologique :

L'élimination biologique (figure II.1) de l'azote fait intervenir 4 réactions principales :

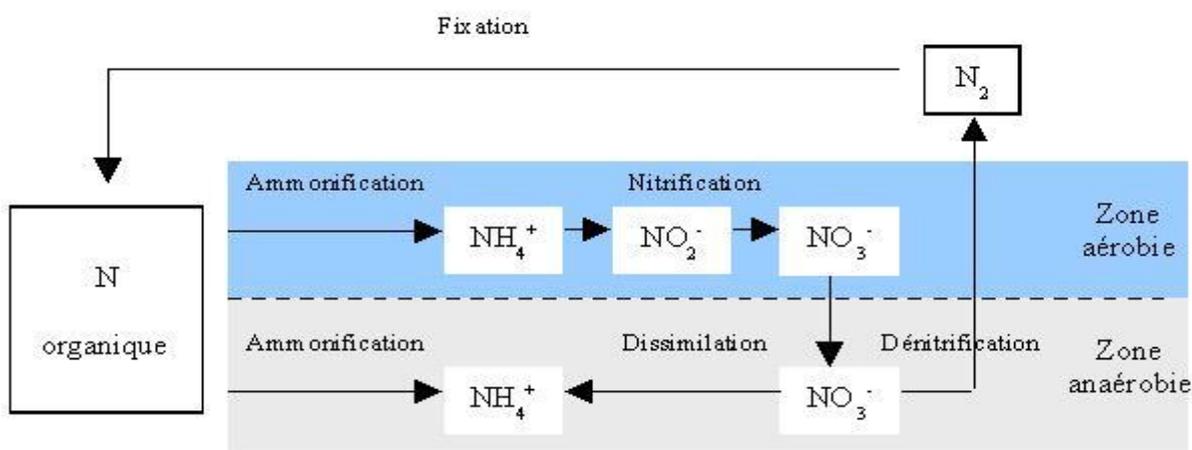


Figure II.1 : schéma général de la nitrification-dénitrification

- **L'ammonification** : c'est l'utilisation d'une partie de l'azote organique en azote ammoniacal. La vitesse d'ammonification dépend essentiellement de la concentration en azote ammoniacal.

- **L'assimilation** : c'est l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal et éventuellement organique pour la synthèse bactérienne.

- **La nitrification** : C'est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrite puis en nitrate. Elle s'effectue en deux stades par micro-organismes autotrophes :

*Oxydation de (NH_4^+) en (NO_2^-) : c'est l'œuvre essentiellement des germes Nitrosomonas,

*Oxydation de (NO_2^-) en (NO_3^-) : Les bactéries responsables de cette deuxième réaction, appartiennent aux germes Nitrobacter [13].

La réaction globale simplifiée de la nitrification peut s'écrire :



La nitrification demande des besoins en oxygène supplémentaire. Il faut fournir 4,6 mg d'oxygène par mg de (NO_3^-) produit.

- **La dénitrification** : C'est le processus par lequel certaines bactéries réduisent l'azote nitrique à un état plus faible d'oxydation. Ces bactéries peuvent être autotrophes, mais l'activité de celle-ci est faible. C'est la raison pour laquelle on met généralement en œuvre des bactéries hétérotrophes.

Cette réduction se produit à travers différentes réactions que l'on peut schématiser comme suit :



La température augmente la vitesse de dénitrification. Le pH optimal situé en 7 et 8,2 [13].

3- Elimination du phosphore par les procédés biologique :

La déphosphoration biologique repose sur l'accumulation de phosphore à l'intérieur des bactéries, qui, sont évacuées avec les boues en excès. La biomasse est exposée à une alternance de conditions anaérobies et aérobie.

En condition anaérobie, les bactéries déphosphatantes synthétisent un produit de réserve, les poly- β -alcanoates (PHA), à partir de substrat facilement biodégradable des eaux usées et de l'énergie libère par l'hydrolyse intracellulaire de poly phosphate. Il en résulte un relargage de phosphate dans le milieu externe [17].

En condition aérobie, les PHA et la matière organique contenue dans les eaux usées sont oxydés par les bactéries. La respiration produit l'énergie nécessaire aux bactéries qui régénèrent leur stock de poly phosphate et croissent. L'élimination biologique du phosphore est liée à une réabsorption de phosphore plus importante que le relargage.

Les bactéries déphosphatantes sont des bactéries aérobies strictes obtenant l'énergie seulement à partir de l'oxygène, ou bien des bactéries aérobies facultatives, tirant l'énergie en priorité de l'oxygène, puis des nitrates en absence d'oxygène. Elles ont été classées parmi le genre *Acinetobacter*, au cours des années 90.

4- L'élimination du phosphore par les procédés physico-chimique :

C'est la voie d'élimination du phosphore la plus pratiquée; elle est en effet utilisée dans 86% des cas. Il s'agit d'une précipitation des phosphates par des sels de fer ou d'aluminium, ou encore par de la chaux. L'injection des réactifs peut s'opérer de plusieurs manières :

- En amont du bassin d'aération, par pré-précipitation La chaux est le réactif le plus souvent utilisé à cause de son prix peu élevé. La précipitation des phosphates entraîne une élimination de la pollution carbonée. Cette technique, très intéressante dans le cas d'une

station biologique saturée, permet de pallier la surcharge de la station et de différer son extension [17].

- Dans le bassin d'aération, par co-précipitation, le sulfate de fer (ou d'aluminium) est souvent employé dans cette technique. La co-précipitation est la technique la plus utilisée dans les stations d'épurations. Elle présente de nombreux avantages techniques et économiques, en termes de mise en œuvre et d'exploitation, pour une élimination efficace du phosphore.

- En aval du clarificateur, par post-précipitation: Cette précipitation exige une installation physico-chimique spécifique en aval des clarificateurs, suivie d'une filtration des effluents traités. C'est une technique très onéreuse, mais elle permet de restituer un effluent de très bonne qualité. Les boues produites par cette technique sont traitées avec les boues biologiques.

Facilement mise en œuvre et ne nécessitant pas de surveillance particulière, la déphosphoration physico-chimique est une technique fiable et les rendements obtenus sont supérieurs à 80 %.

La déphosphoration biologique est plus délicate à mettre en œuvre, et les rendements obtenus ne sont pas aussi fiables en raison des fluctuations de la charge en phosphore. En outre, les rendements envisageables ne sont que de l'ordre de 50 à 60 %, ce qui implique en général un procédé mixte de déphosphoration procédé biologique + une précipitation chimique [17].

CHAPITRE III

EPURATION PAR BOUES ACTIVEES

Chapitre III : Epuration par boues activées

III.1. Introduction :

Le procédé dit " à boues activées " utilise l'épuration biologique dans le traitement des eaux usées. C'est un mode d'épuration par cultures libres. Dans une filière de traitement des eaux, le procédé à boues activées fait partie des traitements secondaires.

L'épuration par boues activées consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en bactéries par brassage pour dégrader la matière organique en suspension dissoute. Il y a une aération importante pour permettre l'activité des bactéries et la dégradation de ces matières, suivie d'une décantation à partir de laquelle on renvoie les boues riches en bactéries vers le bassin d'aération [18].

Il existe quatre principales utilisations spécifiques du procédé à boues activées:

- Elimination de la pollution carbonée (matières organiques) ;
- Elimination de la pollution azotée ;
- Elimination biologique du Phosphore ;
- Stabilisation des boues: procédé dit d'aération prolongée ou digestion aérobie [18].

Dans tous les cas, une station d'épuration à boues activées (figure III.1) comprend:

*Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice.

*Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne.

*Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologique récupérés dans le clarificateur.

*Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès ,c'est-à-dire de surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat ,un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.

*Un dispositif de brassage de ce même bassin ,afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture ,d'éviter les dépôts ,de favorises la diffusion de l'oxygène partout ou il en besoin .Très fréquemment, le même dispositif est utilisé pour l'aération et le brassage [13].

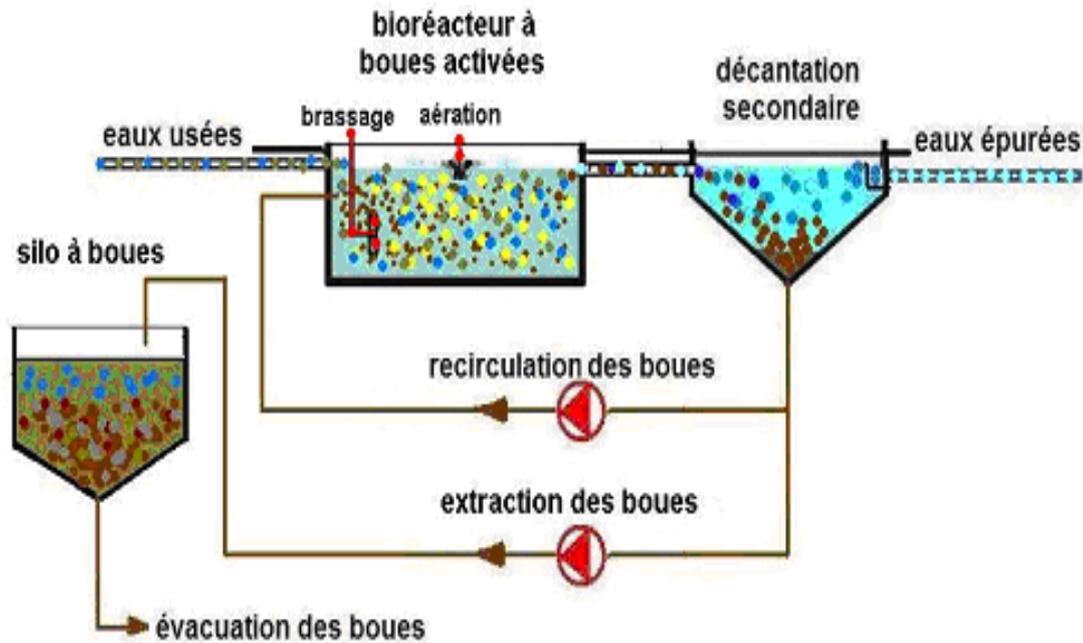


Figure III.1 : Schéma général d'une station d'épuration par boues activées

III.2. Paramètre de fonctionnement des stations à boues activées :

A) La charge massique (C_m) :

C'est la masse de nourriture entrant quotidiennement dans le bassin d'aération par rapport à la masse de boues présente dans ce réacteur [11].

$$C_m = \frac{\text{Masse de nourriture entrant quotidiennement dans l'aérateur}}{\text{Quantité de biomasse contenue dans l'aérateur}} \quad [12]$$

Elle est exprimée en ($\text{kg DBO}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \text{MS} \cdot \text{j}^{-1}$).

B) La charge volumique (C_v) :

C'est la masse de nourriture arrivant quotidiennement dans le bassin d'aération ramenée au volume du bassin d'activation.

$$C_v = \frac{Q S_0}{V}$$

Q : débit de l'effluent à l'entrée de l'aérateur.

S_0 : Substrat à l'entrée de l'aérateur.

V : Volume utile du bassin d'aération

Elle est exprimée en ($\text{kgDB}_5 \text{m}^{-3} \text{j}^{-1}$) [12]

Il est courant de classer les différents procédés par boues activées suivant la valeur de la charge massique ou volumique à laquelle ils fonctionnent. Les valeurs sont montrées sur le tableau III.1:

Tableau III.1: Classification des procédés à boues activées [9].

Type	Charge massique (kg DB5.kg-1MV.j-1)	Charge volumique (kg DB5.m-3.j-1)
Très fort charge	>1.5	1.0
Forte charge	0.50 à 1.5	2.4
Moyenne charge	0.25 à 0.50	4
Faible charge	0.1 à 0.25	8
Très faible charge	< 0.1	20

C) Age des boues (A) :

C'est le rapport entre la masse de boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues produites par la station [9].

III.3. Décantabilité des boues :

Le bon fonctionnement d'une station de boues activées repose sur celui du bassin d'aération, mais également sur celui du clarificateur. Pour que ce dernier puisse séparer efficacement la biomasse de l'eau traitée, cette biomasse doit être correctement floculée [9].

Si Im (indice de mohlman) > 200 les boues sont malades. Il peut se produire un phénomène de "bulking" qui empêche la décantation normale des floes.

Plusieurs raisons sont à l'origine de ce problème :

- ✓ la croissance exagérée de bactéries filamenteuses due à la trop grande richesse de l'effluent en substrat facilement dégradable.
- ✓ l'arrivée de toxiques qui réduit l'activité biologique et détruit le floc.
- ✓ l'excès ou l'insuffisance d'O₂ dans le bassin d'aération.
- ✓ la mauvaise vitesse de décantation dans le clarificateur secondaire [12].

III.4. Aération dans les bassins à boues activées :

L'aération c'est pour la dégradation des matières organique et encore pour maintenir les bactéries en vie au moyen d'appareils appelés aérateurs.

On admet cependant, que le micro-organisme aérobie en suspensions dans l'eau n'utilise pas directement l'oxygène gazeux, et que celui que l'on se propose de leur fournir doit être au préalable dissous dans l'eau [6].

III.4.1- Les systèmes d'aération :**A) Aération mécanique de surface :**

Les aérateurs de surface que l'on peut diviser en 3 groupes :

- aérateurs à axe vertical à faible vitesse, aspirant l'eau par le fond et la rejetant directement à l'horizontale.
- aérateurs à axe vertical à grande vitesse (1000 à 1800 tr mn⁻¹)
- aérateurs à axe horizontal permettant l'oxygénation par pulvérisation d'eau dans l'air [12].



Figure III.2 : Aérateur à turbine lente

B)-Aération par air sur pressée :

Les dispositifs d'injection d'air sur pressé à fines bulles (diffuseurs poreux à haut rendement d'oxygénation: 12 %), à moyennes bulles (diffuseurs à clapets) ou à grosses bulles (diffuseurs à larges orifices) à faible rendement d'oxygénation 5 % [12].

III.5. Paramètre influençant les bassins à boues activées :**A) Effet la température :**

L'influence de la température dans les phénomènes biologiques. Elle intervient sur la cinétique de dégradation et la vitesse de croissance de bactéries.

Les basses températures occasionnent une augmentation de la viscosité donc une décantation plus lente [13].

B) Effet du pH :

Les systèmes biologiques tolèrent une gamme de pH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8 [6].

III.6. Micro-organisme des boues activées :

La classification des êtres vivants permettent de les classer en deux catégories : le règne animal et le règne végétal. Les bactérie sont à la limite des deux règnes on distinguer une microflore et une microfaune [6].

a) -Microflore et microfaune des boues activées :

La faune et la flore bactérienne, appelées encore biomasse, représentent l'ensemble des êtres vivants, animaux et végétaux, qui sont présents dans le milieu considéré. Les bactéries sont les actrices principales du traitement mais les autres formes biologiques gravitant autour d'elles (protozoaires, métazoaires,...) sont indispensables au bon équilibre de l'écosystème. Les espèces varient suivant le type de station de traitement et sont caractéristiques du fonctionnement d'une station. Entre toutes ces espèces se créent alors des relations de compétition, certaines vont se développer plus facilement au détriment d'autres qui resteront minoritaires ou tendront à disparaître.

Les propriétés acides ou basiques du milieu peuvent en particulier donner lieu à des développements préférentiels. Chaque type de bactérie est caractérisé par un pH « optimal » qui conviendra le mieux à sa croissance et à son développement. Il existe par conséquent des limites inférieure et supérieure de pH au-delà desquelles la bactérie ne peut pas se développer. Pour le traitement de la majorité des effluents, un pH neutre doit être maintenu.

Les bactéries utilisées dans les procédés à boues activées sont classées en deux catégories :

- les bactéries hétérotrophes pouvant se développer en milieu aéré (aérobie) ou non aéré (anoxique) : elles utilisent du carbone organique comme substrat et, selon leur type et le milieu considéré, peuvent dégrader la matière carbonée ou les nitrates-nitrites.
- les bactéries autotrophes ne se développant qu'en milieu aéré (aérobie) : elles utilisent du carbone minéral (CO_2) comme substrat, elles ne dégradent pas les matières carbonées mais permettent d'éliminer les composés azotés [19].

CHAPITRE IV

**Présentation de la STEP de Ain El Houtz
et Performances de traitement**

Chapitre IV: Présentation de la STEP de AIN EL HOUTZ Et Performances de traitement

IV.1. Introduction :

Dans la wilaya de Tlemcen il existe plusieurs stations d'épuration (urbaines ou industrielles) fonctionnelles ou en arrêt, et d'autres en projet de réalisation. Parmi ces dernières, la station d'AIN EL HOUTZ qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées d'origines domestique et pluviales du Nord Est de Tlemcen par le procédé d'épuration boues activées (ONA, 2005). La station d'épuration de la ville de Tlemcen est de type boues activées à faible charge. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau [20].



Figure IV.1: Vue de la station d'épuration d' Ain El HOUTZ (Tlemcen) [20]

IV.2. Situation géographique:

La station d'épuration de la ville de Tlemcen se situe à l'ouest de la Daïra de CHETTOUANE sur la route de Ain El HOUTZ conçue pour une population de 150 000 EQ-HAB et d'une capacité de 30 000 m³/j. Elle a été réalisée par l'Entreprise Hydrotraitement

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

mise en service le 05 Novembre 2005 gérée et exploitée actuellement par l'Office National de l'Assainissement.

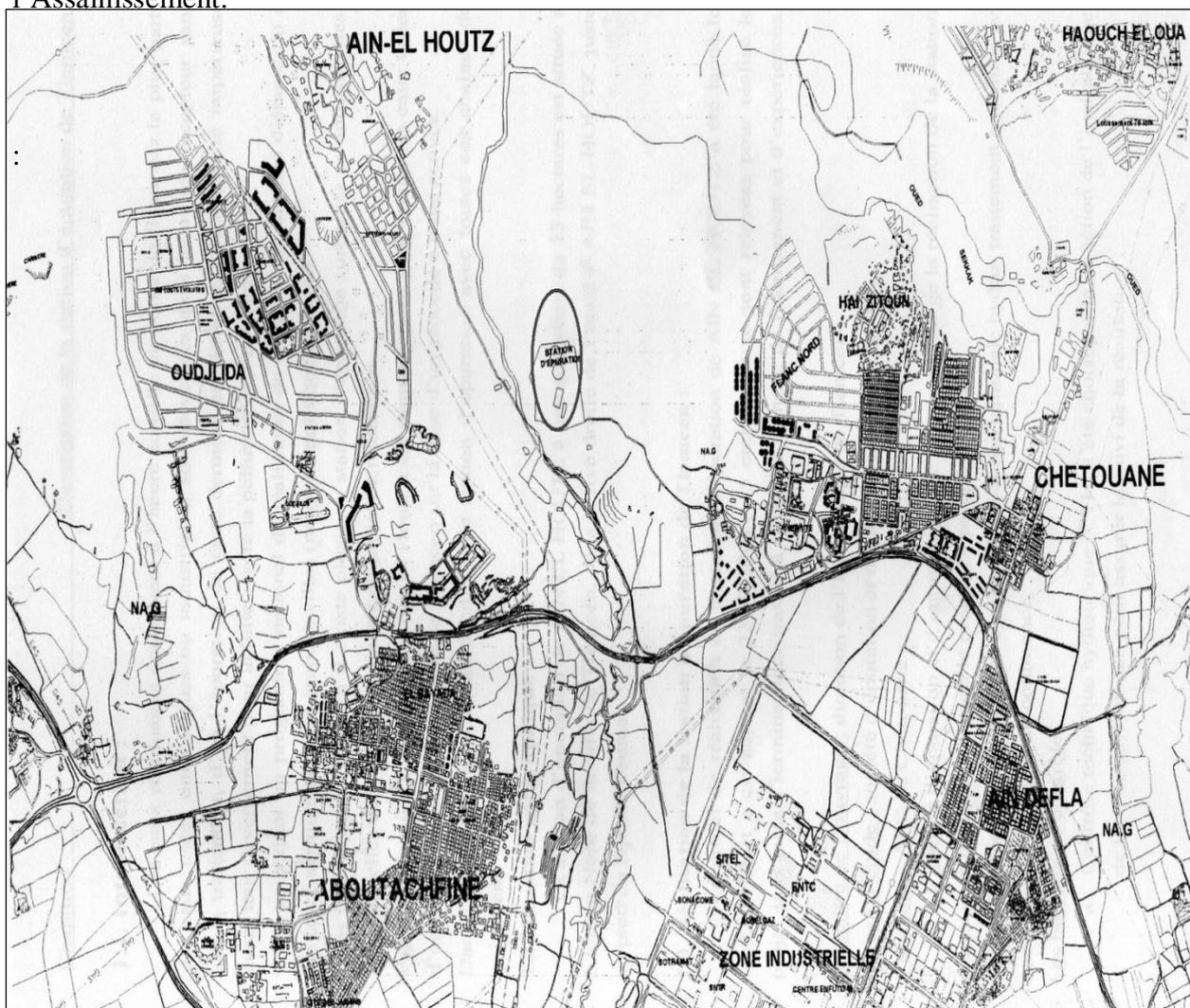


Figure IV.2 : Situation géographique de la STEP de «AIN EL HOUTZ» [20]

IV.3- Principe de fonctionnement de la STEP :

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

La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et ses manifestations, reproduction, croissance, déplacements, etc. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation.

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- * un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mis en contact avec la masse bactérienne épuratrice,
- * un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne,
- * un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques récupérées dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché,
- * un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,
- * un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,
- * un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, d'éviter les dépôts, de favoriser la diffusion de l'oxygène partout où il en est besoin.

Le procédé à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bioflocs [20].

Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau bioflocs est appelé liqueur mixte. La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent, par un système d'aération qui peut être du type de surface, il s'agit de turbines d'aération. De l'oxygène dissous est donc introduit dans la masse de la liqueur mixte nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies.

Afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la station d'épuration par des matières lourdes volumineuses ou difficilement biodégradables, le traitement biologique est précédé de prétraitements adéquats :

- Dégrillage
- Dessablage – déshuilage [20]

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

- * Un poste de désinfection

Pour la partie Boues :

- * Un poste de pompage des boues avec pompe de recirculation
- * Un épaisseur
- * Quatorze lits de séchage
- * Aire de stockage des boues séchées

De plus, il existe :

- * Un bâtiment d'exploitation et
- * Un bâtiment de chloration [20].

IV.5 - Données de base :

La station d'épuration de la ville de Tlemcen a été dimensionnée sur les bases de données suivantes :

Tableau IV.1: Données de base de la STEP de AIN EL HOUTZ [10]

Paramètres	Unité	Valeurs
type de réseau	Unitaire	/
Nature des eaux brutes	Domestiques	/
Population	EQ-HAB	150000
Débit journalier	m ³ /jour	30000
Débit de pointe horaire admis au traitement	m ³ /h	3800
DBO ₅ journalière	kg/J	9300
Matière en suspension	kg/J	13950
L'équivalence calculé sur la DBO ₅	EQ-HAB	172000
Azote a nitrifié	kg	1980

IV.6 – Caractéristiques après traitement prévu par l'étude :

Les caractéristiques du rejet qui devraient être garantie par l'étude sur une durée moyenne de 24 heures.

- Matière en suspension.....30 Mg /L
- Matière sédimentables.....0.5 CC/L
- DBO₅.....20 Mg/L
- DBO₅ pointe max, en moyenne sur 2heures.....30 Mg/L
- DCO.....120 Mg/L

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

- Azotes (N-NH₄)3-5 Mg/L
- Azotes (N-NO₃)8-10 Mg/L
- Huiles et graisses végétales.....20 Mg/L
- Coliforme totaux.....20000/100 ML
- Coliformes fécaux.....12000/100 ML
- Streptocoques fécaux.....2000/100 ML [10].

IV.7- Filière de traitement :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boues activées avec aération prolongée à l'aide d'aérateurs de surface à vitesse lente.

L'eau entrant à la station passe en premier lieu par :

1- Déversoir d'orage : Le déversoir d'orage de la station est installé à l'amont de celle –ci qui déverse le surplus du débit admissible dans le by-pass général de la station. La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter une charge de 3300 m³/h [10]. L'eau usée à traiter arrive graviter ment a la tête de la première filière du traitement a l'aide d'une conduite de 800 mm de diamètre qui s'appelle liaison entre ouvrage.



Figure IV.4: Déversoir d'orage [21]

2- Les prétraitements :

Les opérations de prétraitement des effluents ont pour but d'éliminer la fraction la plus grossière des particules et de retirer de l'effluent des matières qui peuvent gêner le déroulement des autres traitements [10]. Parmi les opérations de prétraitement au niveau de la STEP de Ain EL Houtz on trouve:

a- Le Dégrillage : Deux dégrilleurs sont ainsi installés:

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

* *Grille grossière manuelle (1 unité)*: Elle est composée de barreaux droits de section rectangulaire inclinées sur l'horizontale 70 % (1,5 m).

- Largeur de la grille : 1,8 m , - Écartement entre les barreaux : 50 mm.



Figure IV.5: Grille grossière manuelle (1 unité) [21]

* *Grille mécanisée (2 unités)* : Elles sont indispensables à partir d'une certaine taille de station d'épuration, voire même sur des installations de faible importance afin de réduire les interventions manuelles de nettoyage. Ces grilles sont à fonctionnement automatique par horloge électrique. Parmi celles-ci, on distingue les grilles de cette STEP à mode de nettoyage par l'amont.

- Largeur de la grille : 1,0 m
- Profondeur du chenal : 1,5 m
- Écartement entre les barreaux : 20 mm
- Puissance du moteur : 0,37 kw



Figure IV.6: Grille mécanisée (2 unités) [21]

2- Vanne de by-pass :

- * By-pass en cas de crue pluvial (prévention de l'arrivée massive des sables qui influence sur le processus).
- * By-pass en cas d'arrivée anormalement chargé : branchement illicite dans le réseau ; station d'essence ; station de vidange...).

Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécaniques (panne, bouchage..) il est caractérisé par une largeur de 1 m, et un écartement entre les barreaux de 30 mm.

b- Le Dessableur-déshuileur (2 unités) :

Cet ouvrage est de type longitudinal à deux compartiments, il est constitué d'un canal en béton armé de forme trapézoïdale. L'air est insufflé par des suppresseurs pour provoquer une émulsion afin de pouvoir améliorer la séparation de sable et des graisses. Il existe des lames de séparation qui permettent la séparation des huiles et des graisses vers la zone de raclage. L'eau prétraitée est déversée et évacuée gravitairement à travers un canal à ciel ouvert pour subir les traitements ultérieurs, les deux dessableurs déshuileurs ont les dimensions suivantes [10].

- Longueur : 26 m
- Largeur : 4 m
- Une hauteur de 9 m.



Figure IV.7: Déssableur-déshuileur [21]

3- Le Traitement biologique:

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

a- Bassin d'aération:

Le bassin a une forme rectangulaire, est alimenté en eau dénitrifié l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs. Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries qui par action physico-chimique retiennent la pollution organique est s'en nourrissent, au niveau de chaque bassin il existe une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique de l'aération en cas de défaillance de la concentration de cette dernière, chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :

- Volume : 4723 m³
- Longueur : 55,5 m
- Largeur : 18,5 m
- Profondeur d'eau : 4,6 m
- Hauteur béton : 5,6 m

b- Bassin de nitrification dénitrification :

L'eau prétraitée arrive premièrement dans ce bassin pour faire l'élimination de la pollution azotique à partir des bactéries spécifiques (Nitrosomonas, Nitrobacter). Le bassin à une forme

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

rectangulaire est équipé d'un mélangeur de fond pour assurer l'agitation du milieu, et après l'eau nitrifiée dénitrifiée est déversée vers les bassins d'aération. Chaque bassin a les dimensions suivantes :

- Volume	725 m ³ ,	- Longueur	187,56 m
- Largeur	8,5 m,	- Hauteur du béton	5,6 m
- Hauteur d'eau	4,9 m		



Figure IV.8: Bassin de nitrification dénitrification



Figure IV.9: Bassins d'aérations [20]

4- La Décantation secondaire :

Dans la STEP, il existe deux décanteurs secondaires de forme circulaire de 46 m de diamètre avec une surface de 1661 m² et de profondeur d'eau de 4m en périphérie ; et de pont racleur à vitesse de rotation de 0,04 m/s.

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

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



Figure IV.10: Photo d'un Clarificateur [21]

5- Bassin de chloration:

Le bassin de chloration est en béton arme et a un volume de l'ordre de 700 m³. La capacité de dosage installée est de 40 Kg de chlore à l'heure.



Figure IV.11: Photo des bassins de chloration [20]

6- Traitement des boues :

Après traitement biologique, la boue constitue le résidu principal de la station d'épuration d'Ain El Houtz. Elle est tout d'abord dirigée vers l'épaisseur, qui a une forme

Chapitre IV Présentation et Performances de la STEP de Ain El HOUTZ

circulaire réalisée en béton armé de 14 m de diamètre et d'une hauteur utile de 4 m, le fond du bassin à une pente de 1/10.



Figure IV.12: Photo d'un épaisseur [20]

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



Figure IV.13: Vue d'un lit de séchage rempli de boues

Il existe 14 lits de séchage conçus d'un béton équipé d'une conduite de drainage perforée, pour permettre l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station.[20]

IV.8. Performances de fonctionnement de la station :

Afin d'évaluer les performances de l'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de AIN EL HOUTZ, on présente dans ce travail, l'abattement des principaux paramètres de pollution : DBO₅, DCO et MES au niveau de cette station durant la période de fonctionnement allant du mois d'Avril 2012 jusqu'au mois de décembre 2012. Les résultats (tableau IV.2) nous ont été fournis par les gestionnaires de la STEP (ONA de Tlemcen).

Tableau IV.2: Résultats des paramètres de pollution de l'eau effectués sur les eaux usées de la STEP de Ain El HOUTZ (Moyenne du mois : période d'Avril 2012 jusqu'à

Décembre 2012)

Date	Entrée STEP			Sortie STEP			Rendement d'élimination (%)		
	MES	DBO ₅	DCO	MES	DBO ₅	DCO	MES	DBO ₅	DCO
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	%	%
Avril 2012	243,75	227,50	483,25	14,75	18,15	28,00	93,9487	92,021 978	94,205897 6
Mai 2012	345,40	254,60	710,80	29,40	31,52	45,40	91,488	87,619 7958	93,612830 6
Juin 2012	289,25	186,50	606,50	23,25	15,68	38,00	91,96197	91,592 4933	93,734542 5
Juillet 2012	301,60	262,00	452,60	14,20	20,92	26,80	95,29177	92,015 2672	94,078656 7
Août 2012	291,50	245,00	525,50	22,00	25,43	32,75	92,45283	89,620 4082	93,767840 2
Septembre 2012	398,75	298,25	668,75	26,50	50,00	37,00	93,3542	83,235 5407	94,467289 7
Octobre 2012	285,80	211,50	475,00	22,60	46,34	26,40	92,09237	78,089 8345	94,442105 3
Novembre 2012	246,00	315,33	733,00	13,33	6,13	28,00	94,5813	98,056 0048	96,180081 9
Décembre 2012	279,75	216,00	400,75	30,00	7,70	25,50	89,276	96,435 1852	93,636930 8

- Variation de la DBO₅ :

La figure IV.14 donne les variations de la DBO₅ au niveau de l'eau traitée.

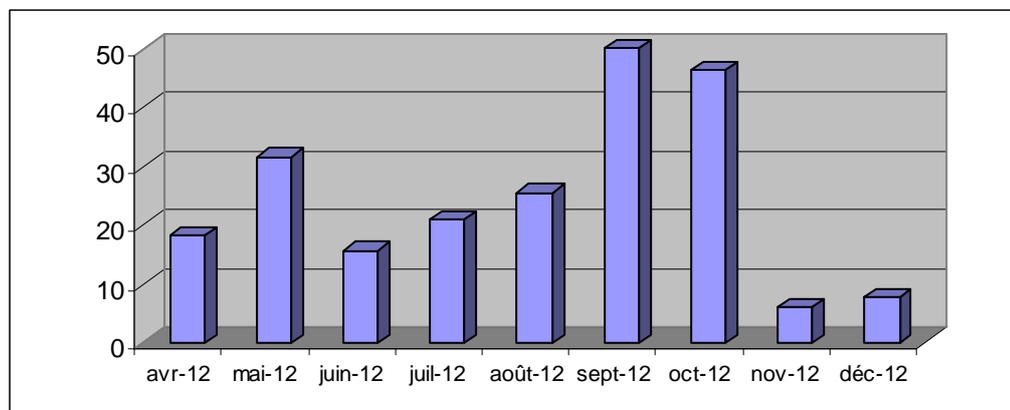


Figure IV.14: Valeurs de la DBO₅ dans l'eau épurée

Les résultats montrent qu'à l'exception des mois de Septembre et Octobre 2012, les valeurs de la DBO₅ dans les rejets étaient dans les normes de rejet (< 30 mg/l).

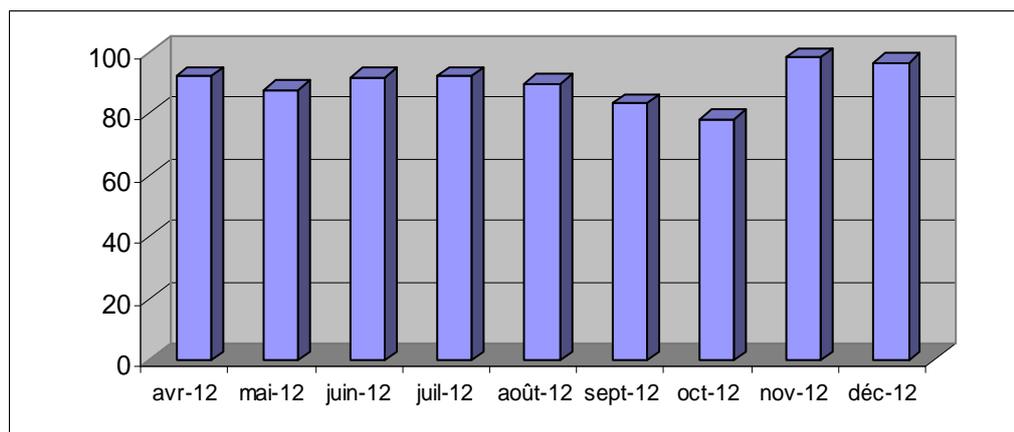


Figure IV.15: Rendement d'élimination de la DBO₅ dans la STEP

Les rendements d'abattement de la DBO₅ varient dans l'ensemble de 80 à 90 % (figure IV.15).

- Variation de la DCO :

La figure IV.16 donne les variations de la DCO dans l'eau traitée.

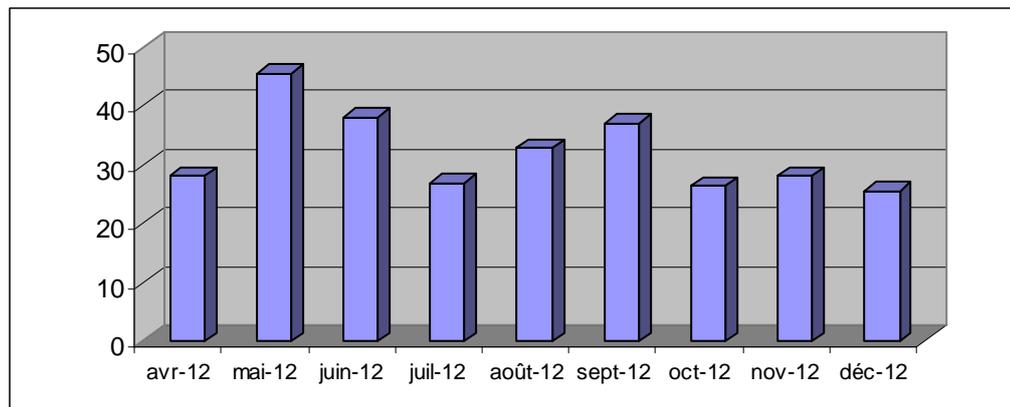


Figure IV.16: Valeurs de la DCO dans l'eau épurée

A partir des résultats indiqués sur la figure IV.16, on remarque que toutes les valeurs de la DCO sont largement inférieures à la norme admise dans les rejets qui est de 110 mg/l.

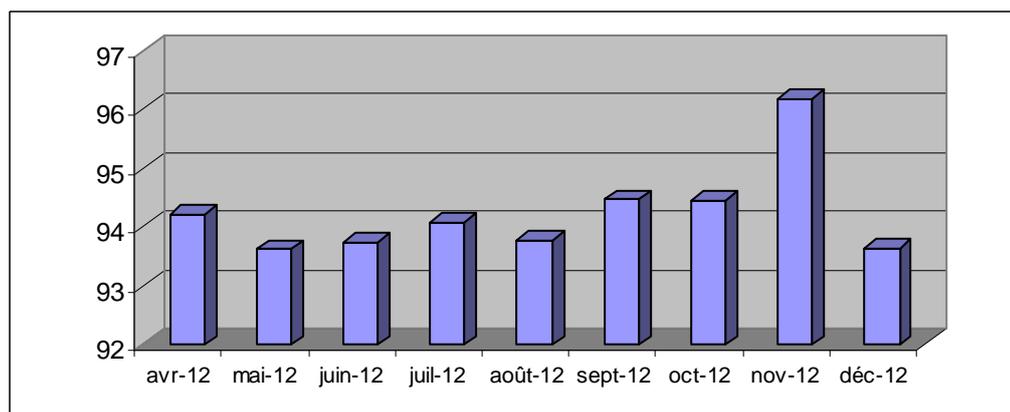


Figure IV.17: Rendement d'élimination de la DCO dans la STEP

Les rendements d'élimination de la DCO sont très satisfaisant et dépasse les 93 % (figure IV.17).

- Variation des MES :

La figure IV.18 donne les valeurs des MES dans l'eau épurée.

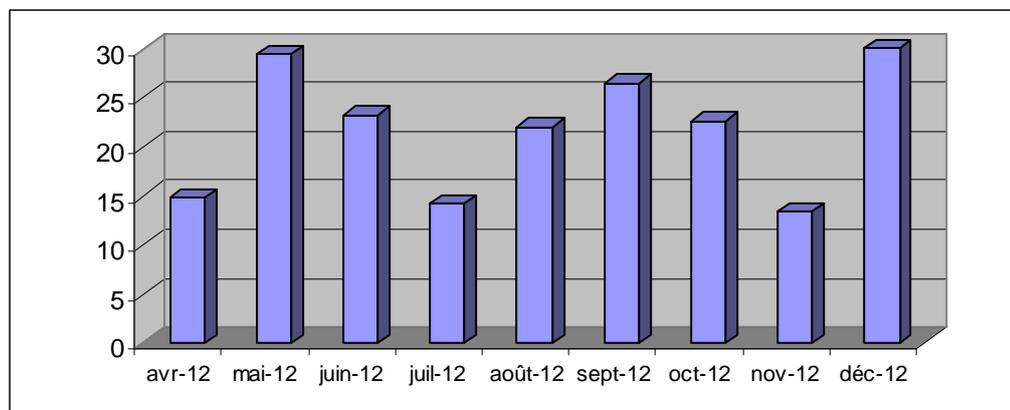


Figure IV.18: Valeurs des MES dans l'eau épurée

Les résultats indiqués sur la figure IV.18 montrent que, durant toute la période Avril jusqu'à décembre 2013, la concentration des MES dans l'eau épurée est inférieure à la norme admise pour le rejet qui est de 30 mg/l.

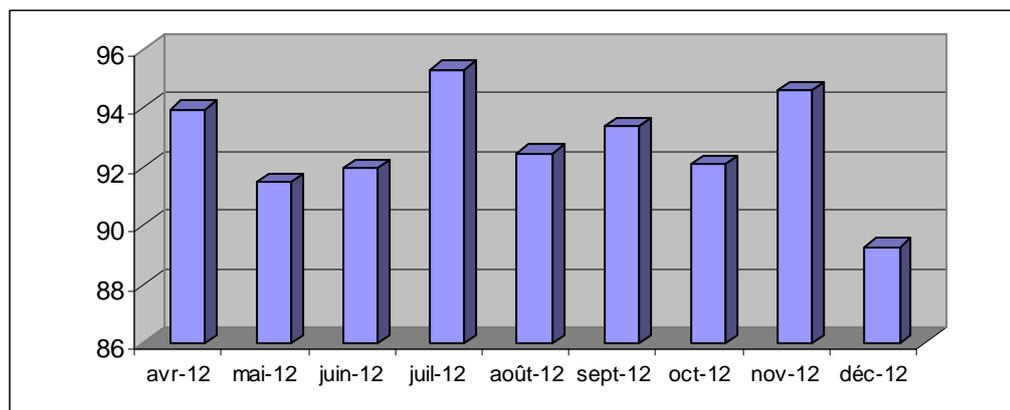


Figure IV.19: Rendement d'élimination des MES dans la STEP

A l'exception du mois de Décembre 2012, les rendements d'abattement des MES dépassent le seuil de 90 % (figure IV.19).

L'ensemble des résultats obtenus sur les indicateurs de performances de la STEP de Ain el HOUTZ confirme l'efficacité de cette station en matière d'épuration des eaux.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'eau constitue l'élément majeur du monde minéral et biologique. En entreprenant cette étude, une évaluation de l'efficacité du traitement des eaux usées au niveau de la station d'épuration d'**AIN EL HOUTZ** (système à boues activées) a été mise en évidence. Après une description détaillée de la STEP, les résultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes:

*Le traitement biologique des eaux usées par boues activées représente une solution de choix pour la dépollution de l'eau. Une bonne élimination de la DCO avec des rendements de 93 à 94 %, de la DBO₅ avec des taux de 87 à 98% et des MES de 89 à 95 % a été constaté au niveau de la STEP de AIN EL HOUTZ.

* Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.

Au terme de cette étude, on peut dire que l'épuration des eaux usées à AIN EL HOUTZ est efficace et très satisfaisante. L'eau traitée au niveau de la STEP ne représente aucun danger pour l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] www.memoireonline.com généralités sur les eaux usées. Consulté le : 18/03/2013
- [2] Gérard Calvat « les réseaux et l'assainissement ».
- [3] Guide Technique de l'assainissement 2eme édition.
- [4] www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/.../eau.../type_pollution.php?html « les type de pollutions-pollution de l'eau ». Consulté le : 18/03/2013
- [5] Mémoire de DEUA (TEKFI KARIMA) «étude des performances épuratoires d'une station à boues actives 2006 » université de Tlemcen.
- [6] G .Abdelkader 1984 Tom1 « épuration biologique des eaux usées ».
- [7] Mémoire de magister (FAIZA MEKHALIF) « Réutilisation des eaux résiduaire industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement 2009».
- [8] C. GOMELLA et H. GERREE « les eaux usées dans l'agglomération ».
- [9] Dégriment « Mémento Technique de l'eau » tom 1 et 2.
- [10] Mémoire d'ingénieur (SLIMANI AMARIA) université de Tlemcen.
- [11] www.adem.fr/partenaire/boues.
- [12] PDF pf-mh.uvt.rnu.tn/295/1/traitement_des_eaux_usees_urbaines.pdf « les procédés biologique d'épuration 2008 » Université Virtuelle de Tunis.
- [13] Mémoire de DEUA (BENSABER KHEIRA) « étude des performances épuratoire d'une station d'épuration à boues activées (cas de la STEP de MAGHNIA) 2005 » Université de Tlemcen.
- [14] illier.pagesperso-orange.fr « la station d'épuration ». Consulté le 12/04/2013
- [15] A.GAID « épuration biologique des eaux usées » Tom2.
- [16] Mémoire de DEUA (CHEKI FARIDA) « étude de L'abattement de la charge polluante azotée en station d'épuration à boues activées (cas de la STEP de MAGHNIA juin 2006) ».
- [17] PDF engees-proxy.u-strasbg.fr/257/01/Mémoire PDF. « Mise en place d'indicateurs de suivi et d'optimisation de stations d'épuration».
- [18] www.technique-sciences.net « boues activées définition et exploitation ». Consulté le : 22/04/2013
- [19] PDF hal.archives-ouverts.fr « procédé à boues activées pour le traitement d'effluent papetier ».
- [20] Mémoire de DEUA (BOUKLI HACENE ABDELMALEK) université de Tlemcen.