

N° d'ordre : .....

N° de série : .....

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Kasdi Merbah-Ouargla**

**Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière**

**Département de Chimie**



Mémoire présenté en vue  
de l'obtention du diplôme de

**Master**

**Spécialité : Chimie**

**Option : Chimie appliquée**

**Thème :**

*Epuration des eaux usées urbaines par procédé à boue activée de la région aride cas Touggourt. Paramètres infleants – variations saisonnières*

Présenté par :

**BEN DJEDDOU Fatima**

Soutenu publiquement le 10 Juin 2014

**Devant le jury composé de :**

<b>HADJADJ Mohamed</b>	<b>Maître de conférences (A)</b>	<b>Président</b>	<b>UKMO</b>
<b>DOUADI Ali</b>	<b>Maître de conférences (A)</b>	<b>Examineur</b>	<b>UKMO</b>
<b>BEBBA A Abdlahfid</b>	<b>Maître de conférences (A)</b>	<b>Rapporteur</b>	<b>UKMO</b>
<b>ZOBIEDI Ammar</b>	<b>Maître d'assistant(B)</b>	<b>Co.Rapporteur</b>	<b>UKMO</b>

**Année universitaire 2013/2014**

## إهداء

أهدي عملي المتواضع إلى من قال فيهما ربي: **(واخفض لهما**

**جناح الذل من الرحمة وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا).**

إلى أغلى شخصين إلى قلبي والدي العزيزين أطال الله في عمرهما.

إلى أخواتي وإخوتي.

إلى إخوتي التي لم تلدهم أمي : فاطمة و فاطمة صليحة وإيمان غالية

وحنان و أسمهان

إلى كل الأساتذة الذين درست معهم

إلى كل من ساعدني في إنجاز هذا العمل

إلى كل من لقنني حرفاً أساتذتي الكرام.

إلى كل زميلاتي وزملائي الأعضاء طلبة الماستر كيمياء دفعة 2014

إلى كل من سقط سهوا من قلبي

فاطمة



# Remerciements

Avant tout, Nous remercions ﷻ *ALLAH* tout puissant de nous avoir donné  
la force et le courage pour terminer ce travail.

Mes remerciements s'adressent particulièrement au Mr. ZOBIEDI Ammar et  
Mr. BaBba. A.A, Pour tous les conseils.

Mes remerciements s'adressent particulièrement au Mr Daouadi Ali,

Mr. Bennouna A, Melle. Dakmouche M. Pour toute l'aide.

Nous n'oublions pas non plus nos enseignant, qui tout au long du cycle d'études à  
l'Université d'Ouargla.

Nous adressons une particulièrement affective à nos Amis de l'Université

D'Ouargla qui rendu agréable nos longue années d'études.

Un grand merci également à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à  
l'aboutissement de ce travail.

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
CE	Conductivité électrique
CMA	concentration maximal admissible
COT	Carbone organique total
DBO <sub>5</sub>	Demande Biologique en Oxygène de cinq jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
EN	Entrée
EU	Eaux Usées
MES	Matière En Suspension
M.M	Les matières minérales
MP	Manque Produits
mS	Mili siemens
MVS	Les matières volatiles en suspension
NTK	Azote totale kjeldahl
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	Potentiel d'Hydrogène
Pt	phosphore totale
SO	Sortie
STEP	Station d'Épuration
T°	Température

## **LISTE DE TABLEAU**

<b>Tableau</b>		<b>page</b>
<b>I. 1</b>	Normes de rejets des eaux épurées appliquées en Algérie	10
<b>II-1</b>	Le dimensionnement des lits bactériens	12
<b>II-2</b>	Le dimensionnement des disques biologiques	13
<b>II-3</b>	Avantages et inconvénients des filières intensives	14
<b>II- 4</b>	Base de dimensionnement pour les lagunes aérées	17
<b>II- 5</b>	Avantages et inconvénients des filières extensives	18
<b>IV-1</b> 32	Moyenne des paramètres critères de pollution de l'effluent avant et après L'épuration en saison chaude et froide.	
<b>IV-2</b> 33	Variation mensuelle de débit des eaux brutes de la STEP Touggourt	
<b>IV-3</b>	Variation mensuelle de la température des eaux de la STEP Touggourt	35
<b>IV-4</b>	Variation du pH des eaux entrée et sortie de STEP Touggourt	37
<b>IV.5</b>	Variation mensuelle de la conductivité des eaux de la STEP Touggourt	39
<b>IV-6</b>	Variation mensuelle des MES des eaux de la STEP Touggourt	41
<b>IV-7</b>	Variation mensuelle de la DCO des eaux de la STEP Touggourt.	43
<b>IV-8</b>	Variation mensuelle DBO5 des eaux de la STEP Touggourt	45
<b>IV-9</b>	Variation mensuelle des teneurs en nitrates des eaux de la STEP Touggourt.	47
<b>IV-10</b>	Variation mensuelle des teneurs en nitrites des eaux de la STEP Touggourt.	48

## **LISTE DE TABLEAU**

<b>Tableau</b>		<b>page</b>
<b>I. 1</b>	Normes de rejets des eaux épurées appliquées en Algérie	10
<b>II-1</b>	Le dimensionnement des lits bactériens	12
<b>II-2</b>	Le dimensionnement des disques biologiques	13
<b>II-3</b>	Avantages et inconvénients des filières intensives	14
<b>II- 4</b>	Base de dimensionnement pour les lagunes aérées	17
<b>II- 5</b>	Avantages et inconvénients des filières extensives	18
<b>IV-1</b> 32	Moyenne des paramètres critères de pollution de l'effluent avant et après L'épuration en saison chaude et froide.	
<b>IV-2</b> 33	Variation mensuelle de débit des eaux brutes de la STEP Touggourt	
<b>IV-3</b>	Variation mensuelle de la température des eaux de la STEP Touggourt	35
<b>IV-4</b>	Variation du pH des eaux entrée et sortie de STEP Touggourt	37
<b>IV.5</b>	Variation mensuelle de la conductivité des eaux de la STEP Touggourt	39
<b>IV-6</b>	Variation mensuelle des MES des eaux de la STEP Touggourt	41
<b>IV-7</b>	Variation mensuelle de la DCO des eaux de la STEP Touggourt.	43
<b>IV-8</b>	Variation mensuelle DBO5 des eaux de la STEP Touggourt	45
<b>IV-9</b>	Variation mensuelle des teneurs en nitrates des eaux de la STEP Touggourt.	47
<b>IV-10</b>	Variation mensuelle des teneurs en nitrites des eaux de la STEP Touggourt.	48

## Sommaire

Introduction générale.....	1
<b>CHAPITRE I Généralités sur les eaux usées</b>	
I.1 -Les eaux usées.....	3
I.1.1-Nature et Origine.....	3
A- Les eaux usées domestiques .....	3
B- Les eaux usées industrielles .....	3
C- Les eaux de pluie et ruissellement.....	4
D- Eaux usées agricoles .....	4
I.2 -Pollution des eaux.....	4
I.2.1- Différentes pollutions de l'eau .....	4
I.2.2- La pollution chimique.....	4
a- par les pesticides .....	4
b- par les détergents .....	5
c- par les produits toxiques .....	5
I.2.3- La pollution organique.....	5
I.2.4-La pollution thermique.....	5
I.2.5-La pollution par les hydrocarbures.....	5
I.2.6 -La pollution radioactive.....	5
I.2.7- La pollution agricole.....	6
I.3-les principaux paramètres de la pollution.....	6

I.3.1-Les paramètres physiques de la pollution.....	6
a- La couleur.....	6
b- L'odeur.....	6
c-La température.....	6
d- La conductivité.....	6
e-La turbidité.....	7
f-Les matières en suspension (M.E.S).....	7
g-Les matières volatiles en suspension (MVS).....	7
h- Les matières minérales (M.M).....	7
I-3-2 les paramètres chimiques.....	7
a- La demande biochimique en oxygène (BDO <sub>5</sub> ).....	7
b- La demande chimique en oxygène (DCO).....	7
c- Le carbone organique totale (COT).....	8
d- Le pH (potentiel hydrogène) .....	8
e- Les nutriments (Azote, phosphore) .....	8
I-3-3. Les métaux lourds .....	9
I-4 Estimation de la charge polluante.....	9
I.5- Estimation des rejets d'eaux résiduaires.....	9
I-5-1. Normes de rejet .....	10

## **CHAPITRE II      Différentes filières d' épuration**

II-1 Introduction .....	11
II-2 Les technique classique intensive .....	11
II-2-1 Lits bactériens .....	11
II-2-2 Boues activées .....	12



II-2-3 Les disques biologiques .....	13
II-2-4 Avantages et inconvénients des différentes filières intensives .....	14
II-3 Les procédés biologiques extensifs .....	14.
II-3-1 Lagunage naturel.....	15
II-3-2 Lagunage à macrophytes.....	15
II-3-3 Lagunage aéré.....	16

### **Chapitre III Matériels et méthodes d'analyses**

III-1Présentation de la zone d'étude .....	19
III-2- Présentation de Station d'épuration de Touggourt.....	19
III-2-1 contexte général .....	19
III-2-2 La filière du traitement .....	19
III-1-3 Les unités de traitement.....	20
III-1-3-1 Le prétraitement.....	20
a- Le relevage.....	20
b- Le Dégrillage.....	21
c- Dessablage-déshuilage.....	21
III-2 - 3 Traitement secondaire ( traitement biologique).....	22
a- Le bassin d'aération.....	23
b- Le bassin de clarification (décantation secondaire).....	24
c- Poste de recirculation des boues.....	25
d- Les boues en excès.....	25
III-2-4 La désinfection des eaux.....	25
a. L'épaississement des boues.....	26
b. Les lits de séchage.....	26
III-2 Etude expérimentale.....	27.
III- 2 Caractérisation des effluents de boues activées de la ville Touggourt .....	27
III-2-1 Prélèvement.....	27
III-2-2 Échantillonnages des eaux .....	28
III-2-2. Le pH. ....	28

III-2-3 Détermination de la Conductivité électrique (CE).....	28
III-2-4 La température.....	29
III-2-5 Les matières en suspension (M.E.S).....	29
III-2-6 La demande chimique en oxygène (DCO).....	30
III-1-7 La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	31
III-1-8 Mesure de nitrites et nitrates .....	32

## **Chapitre IV Etude des performances épuratoires**

IV-1 introduction .....	33
IV-2 resultats et discussion .....	33
IV-2-1 etude physico-chimique.....	34
1- Débit.....	34
2- Température.....	35
3- pH. ....	37
4- Conductivité.....	39
IV-2-2 Paramètres de pollution particulaire.....	39
1- MES.....	41
IV-2-3 les paramètres de pollution organique.....	43
1- DCO.....	43
2- DBO5.....	45
IV-2-4 les paramètres de pollution d'azoter.....	47
<b>Conclusion</b> .....	50
<b>Bibliographique</b> .....	51

# *Introduction*

## Introduction générale

Le développement de l'urbanisation et l'industrialisation, ainsi que le mode de consommation résultent les rejets des eaux usées qui ont considérablement évolué en quantité et en qualité. La question de l'environnement et la situation des rejets d'eau usée urbaines reste à nos jours problématique, car les cours d'eau qui constituent le récepteur de ces rejets sont dépassés dans leurs capacités naturelle d'épuration et se retrouvent pollués, Ce qui nécessite l'épuration avant les rejets dans le milieu récepteur, qui est impérative à plus d'un titre, aussi bien pour la protection de l'environnement que pour l'économie de l'eau par la réutilisation de la quantité ainsi épuré, et d'autre part, protégé les ressources d'eau potable, notamment les eaux souterraines.

Ainsi, le traitement des eaux usées est devenu, de nos jours, une priorité ; aussi bien pour préserver la santé humaine et l'environnement, que pour produire une eau qui pourrait être utilisée en agriculture, en industrie et en d'autres activités sociales.

Le choix d'un système de traitement des eaux usées dans les pays en voie développement est subordonné à plusieurs critères dont le plus important est le rendement épuratoire du système [1].

De nombreux procédés d'épuration ont été mis au point, parmi lesquels le procédé à boue activées qui se distingue par sa simplicité, sa fiabilité et son faible coût d'investissement et de mise en oeuvre[2]. C'est un procédé principalement biologique qui met en œuvre des mécanismes résultant d'interactions entre les communautés bactériennes, l'oxygène apporté mécaniquement par un aérateur insufflation l'air.

Notre étude comporte deux parties :

Dans la première partie, nous nous intéresserons à la qualité de l'eau épurée produite par la station d'épuration de Touggourt et la comparer avec les normes algériennes des rejets. À partir des résultats obtenus, nous tenterons d'évaluer, les performances épuratoires de ce système, sous les conditions climat aride.

Pour ce faire, nous avons structuré notre travail en quatre chapitres :

- Le chapitre préliminaire est destiné au support théorique (définition des eaux usées et la pollution, caractéristiques chimiques et biologiques des eaux polluées, assainissement et charge polluante...)
- Le deuxième chapitre présente les différentes techniques d'épuration appliquées aux eaux usées ;
- Le troisième chapitre regroupe le contexte général de la zone d'étude et détaille la filière d'épuration, la méthode d'élaboration et les dispositifs expérimentaux ;
- Le dernier chapitre est consacré aux résultats avec à leurs interprétations et aux comparaisons avec les normes algériennes afin de connaître le degré de pollution de l'eau usée de la ville Touggourt.

Enfin, cette étude se terminera par une conclusion générale.

# *Partie Théorique*

# *Chapitre I*

*Généralités sur les eaux usées*

## **I.1 -Les eaux usées :**

### **Qu'est -ce qu'une eau usée ?**

Les différentes activités humaines utilisent de l'eau. Cette eau, après usage, est polluée. Cette pollution est constituée de matières organiques et de matières minérales .On appelle alors cette eau une eau usée.

On peut définir aussi une eau usée comme étant l'ensemble des eaux ménagères, des eaux industrielles, des eaux du service public, des eaux de drainage et des eaux- vannes (partie liquide contenue dans les fosses d'aisance, dans les bassins de vidange).

### **I.1.1-Nature et Origine :**

Suivant l'origine des substances polluantes ; on peut distinguer :

#### **a- Les eaux usées domestiques :**

Elles proviennent des habitations, et caractérisent par leurs fortes teneurs en matières organiques, en sels minéraux (azote, phosphore), en détergents et germes fécaux.

Les eaux usées domestiques peuvent provenir de trois origines possibles :

- Eaux de cuisine : préparation des aliments, aux vaisselles, et sont riches en graisse.
- Eaux de buanderie : proviennent de lavage des locaux, elles contiennent des détergents, et des savons.
- Eaux vannes : proviennent des toilettes, et sont constituées de l'urine et de matières fécales diluées dans l'eau [3].

#### **b- Les eaux usées industrielles :**

Provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se retrouvent concentrés dans l'eau :

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissage...) ;
- Sels métalliques (traitement de surface, métallurgie) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industrie chimique, tanneries...) ;
- Eaux chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactives) [3].



**c- Les eaux de pluie et ruissellement :**

Ce sont des eaux de pluies et de lavage des chaussées. Ces eaux sont caractérisées par la présence des matières en suspension en grande majorité ainsi que des hydrocarbures provenant de la circulation automobile [3].

**d-Eaux usées agricoles :**

Ce sont des eaux de drainage et des rejets des fermes.

Ces eaux sont caractérisées par la présence de fortes concentrations des pesticides (les insecticides, les fongicides, les herbicides, les parasitocides) et d'engrais. Elles ont une valeur fertilisante très importante [4].

**I.2 -Pollution des eaux :Qu'est-ce que la pollution?**

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et les eaux souterraines [5].

**I.2.1- Différentes pollutions de l'eau :**

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine, elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes.

En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées :

**I.2.2- La pollution chimique :****a- par les pesticides :**

Les pesticides sont des substances organiques utilisées par l'homme pour détruire des espèces végétales ou animales nuisibles.

Il va de soi que si le pesticide élimine efficacement l'insecte ou la végétation nuisible, il n'en demeure pas moins qu'une utilisation abusive peut conduire à une rupture de l'équilibre écologique, et engendrer les produits secondaires encore plus toxiques aussi bien sur l'homme, sur la flore et la faune aquatique que sur les animaux et plantes[6].

Trois grandes catégories de pesticides rassemblent les divers produits en usage : Il s'agit des organo – phosphorés, des organo - chlorés, et des dés herbants.

**b- par les détergents :**

Ces trente dernières années ont vu s'accroître d'une manière intensive l'utilisation de produits détergents aussi bien chez la ménagère que chez l'industriel.

La présence de substances tension-actives dans les eaux a des origines diverses:

- Une origine industrielle (textile, tanneries, blanchisserie, etc.....).
- Une origine agricole due à l'entraînement par le ruissellement des eaux pluviales, des mouillants entrant dans la composition des insecticides et des germicides.
- Une origine urbaine due à l'utilisation ménagère des détergents, et de leur emploi pour le nettoyage des voies publiques par exemple; hôpitaux, casernes, etc.)[6].

**c- par les produits toxiques :**

Les seuls les métaux lourds, dont l'exemple le plus connu est celui du chrome, ne créaient jusqu'à présent les soucis que dans les rivières, s'agissant le plus souvent de cas isolés. On se préoccupe aujourd'hui d'avantage de l'apparition de pollutions dues au mercure, au cadmium, au plomb[3].

**I.2.3- La pollution organique :**

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales). Chaque activités rejette des composés spécifiques biodégradables ou pas[6].

**I.2.4-La pollution thermique :**

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermique ou nucléaires en particulier. Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous de l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune[3].

**I.2.5-La pollution par les hydrocarbures :**

Elle s'intéresse d'abord et surtout, les mers, résultants du rejet des résidus pétroliers en haute mer aussi bien que dans les ports et les estuaires. Sur les eaux de surface, les hydrocarbures créent des taches d'aspect désagréable, formant un film qui empêche la désoxygénation naturelle de l'eau et compromet le pouvoir auto épurant du milieu[7].

**I.2.6 -La pollution radioactive :**

C'est la pollution générée par la radioactivité. Elle peut avoir plusieurs origines : naturelle, industrielle, militaire, médicale...

La pollution radioactive est nocive pour l'homme: en effet, les radioéléments ont une durée de vie plus ou moins longue et se désintègrent en émettant des rayonnements dangereux. Lorsque des radioéléments sont fixés dans le corps humain, ils peuvent être dangereux même si la quantité totale de rayonnements émis est relativement faible, car ils atteignent les cellules environnantes de manière très concentrée, pouvant créer des tumeurs[8].

### **I.2.7- La pollution agricole :**

La concentration des élevages donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique. Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux[9].

### **I.3-Les principaux paramètres de la pollution :**

L'évaluation de la pollution d'une eau usée est basée sur la détermination de plusieurs paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, ces paramètres indiquent le degré de pollution de ces eaux et donnent le danger qui peut être provoqué par leur rejet en milieu naturel [10].

#### **I.3.1-Les paramètres physiques de la pollution:**

##### **a- La couleur :**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation,...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible[11].

##### **b- L'odeur :**

Toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. En effet, une eau destinée à l'alimentation doit être inodore[12].

##### **c-La température :**

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques.

La température est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré, surtout dans le cas de rejets industriels dans le réseau[10].

##### **d- La conductivité :**

La mesure de conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaire, valeur inverse de la résistivité (résistance d'une tranche d'eau de 1cm<sup>2</sup> de section et de 1cm d'épaisseur);

la conductivité est fonction de la concentration en espèces ionisées, principalement de nature minérale [11].

#### **e-La turbidité :**

La turbidité liée à la présence plus ou moins importante de matière en suspension insoluble contenue dans l'eau usée, quelque soit d'origine minérale ou organique [10].

#### **f-Les matières en suspension (M.E.S) :**

Les eaux résiduaires urbaines et industrielles contiennent des matières en suspension qui sont des matières ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'elles représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières.

Les MES peuvent être les décantables (les plus denses et plus grossières) et les MES non décantables (plus fins, colloïdales) les teneurs en MES sont obtenues après séchage à 150°C d'un volume connu d'échantillon. La concentration en MES dans les eaux usées sont très variables et de l'ordre de 100 à 300 mg/l [13].

#### **g-Les matières volatiles en suspension (MVS) :**

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension et sont obtenues par calcination de ces MES à 105°C et MVS à 525°C donne la "perte au feu" et correspond à la teneur en MVS (en mg/l) d'une eau.

#### **h- Les matières minérales (M.M) :**

C'est la

différence entre les matières en suspension et les matières volatiles. Elles représentent donc le résidu de la calcination, et correspondent à la présence de sels, silice, poussières par exemple[3].

### **I-3-2 les paramètres chimiques :**

#### **a- La demande biochimique en oxygène (BDO<sub>5</sub>) :**

Elle représente la qualité de pollution biodégradable. Cette méthode d'analyse de la pollution correspond à la qualité d'oxygène nécessaire, pendant 5 jours, bactéries contenues dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées[14].

#### **b- La demande chimique en oxygène (DCO):**

Elle représente la qualité totale de pollution oxydable et correspond à la qualité d'oxygène qu'il faut fournir grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans l'effluent[15].

- **Le rapport de biodégradabilité : DCO/DBO<sub>5</sub>**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient :  $K = \frac{DCO}{DBO}$

- Si :  $K < 1.5$  l'effluent est biodégradable.  
 $1.5 < K < 2.5$  l'effluent est moyennement biodégradable.  
 $K \geq 2.5$  l'effluent n'est pas biodégradable.

Un coefficient  $K$  élevé peut traduire la présence dans l'eau, d'éléments inhibiteurs...

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 ce sera un traitement physico-chimique. [1]

#### **c- Le carbone organique totale (COT) :**

Bien que le carbone organique total ne compte pas au rang des demandes d'oxygène, on peut le placer à proximité de celles-ci car il correspond aussi à une approche de la matière organique, dont le carbone est le constituant essentiel.

Le principe de COT repose sur la combustion des matières organiques carbonées d'un effluent après passage au four de 950°C sous un courant d'oxygène [15].

#### **d-Le pH (potentiel hydrogène) :**

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées, il joue un rôle dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) ;

Les processus biologique, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre 6,5 et 8,5 [2].

#### **e-Les nutriments (Azote, phosphore) :**

##### **- Azote :**

- L'azote des eaux usées est essentiellement, constitué d'azote organique ammonifiable ou réfractaire (sous forme soluble et particulaire) et d'azote ammoniacal.

➤ L'azote est l'un des éléments qui favorise la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire [16].

- **Phosphore :**

Le phosphore en majeure partie sous forme de phosphates  $PO_4^{-3}$  provient de nos déchets alimentaires et fécaux ainsi que des produits de nettoyage où ils sont ajoutés pour adoucir la dureté de l'eau contrariant leur efficacité[17].

Le phosphore peut être présent dans les eaux usées, soit sous forme d'ortho phosphatés, soit sous forme de poly phosphates ou de phosphore organique. On parle aussi de phosphore total qui correspond à la somme de toutes les formes de phosphore [18].

**I-3-3.Les métaux lourds :**

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel sans aucun doute. Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes donc perturbe le processus d'épuration biologique.

Parmi ces métaux lourds on peut citer : le mercure  $Hg^{+2}$ , cadmium  $Cd^{+2}$ , fer  $Fe^{+2}$ , cuivre  $Cu^{+2}$  ...[19].

**I-4 Estimation de la charge polluante :[15]**

**I.4-1- Estimation des rejets d'eaux résiduaires :**

Selon le CIEAU, la pollution journalière produite par une personne utilisant entre 150 litres (en milieu rural) à 300 litres (en milieu urbain) d'eau usée par jour d'eau est évaluée à :

Matières en suspension (M.E.S) : 70 à 90 g

Matières organiques (MO) : 60 à 70 g

Matières azotées (N) : 15 à 17 g

Phosphore (P): 4g

• **Métiers En Suspension : (MES)**

1 EH = 90 g

Production à la source : 20 à 40 g /j/hab.

• **Demande Biochimique En Oxygène : (DBO<sub>5</sub>)**

1 EH = 60 g DBO<sub>5</sub>

Production à la source : 30 à 45 g/j/hab.

- **Demande Chimique En Oxygène : (DCO)**

Pas d'EH défini réglementairement.

Production à la source : 45 à 85 g/j/hab.

- **NTK :**

1 EH = 15 g NTK

Production à la source : de 8 à 12 g NTK/j/hab.

- **Le Phosphore : (P<sub>T</sub>)**

1 EH = 4 g/j/hab.

Production à la source : de 2 à 4 P<sub>T</sub>/j/hab.

#### I-4-2. Normes de rejet :

Journal officiel de république algérienne N° 41 du 15 Juillet 2012, Fixant les spécifications les normes de rejet des eaux épurées en Algérie sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau I. 1 : Normes de rejets des eaux épurées appliquées en Algérie.[15]**

Parameter	Unites	CMA
pH	/	6.5 à 8.5
Température	°C	Inférieure 30
MES	mg/l	30
DBO <sub>5</sub>	mg/l	30
DCO	mg/l	90
Azote Kjeldahl	mg/l	50
Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	/

Huiles et graisses	mg/l	/
--------------------	------	---



# *Chapitre II*

*Les différentes filières d'épuration*

## II-1 Introduction :

Les différents procédés d'épuration biologique parmi les traitements biologiques, on distingue des procédés intensifs et extensifs.

## II-2 procédés intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs.

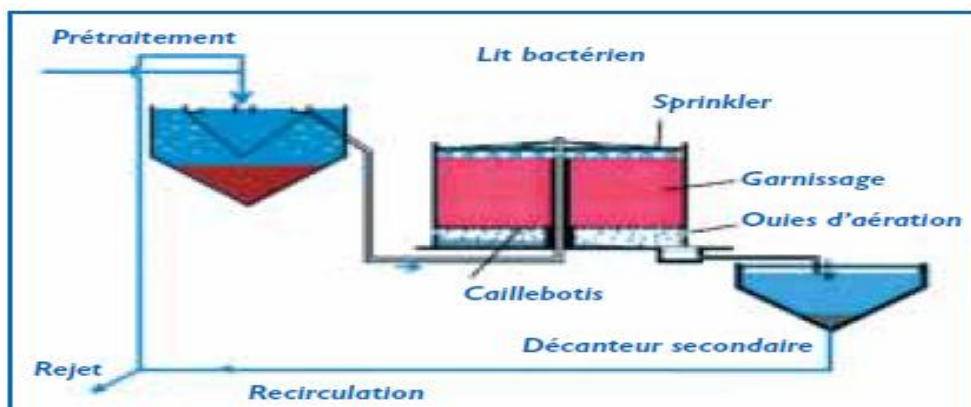
Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Trois grands types de procédés sont utilisés :

- **les lits bactériens ;**
- **les boues activées ;**
- **Disques biologiques.**

### II-2-1 Lits bactériens :

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

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux [20].



**Figure II- 1 :** Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien

**Tableau II-1** : Le dimensionnement des lits bactériens

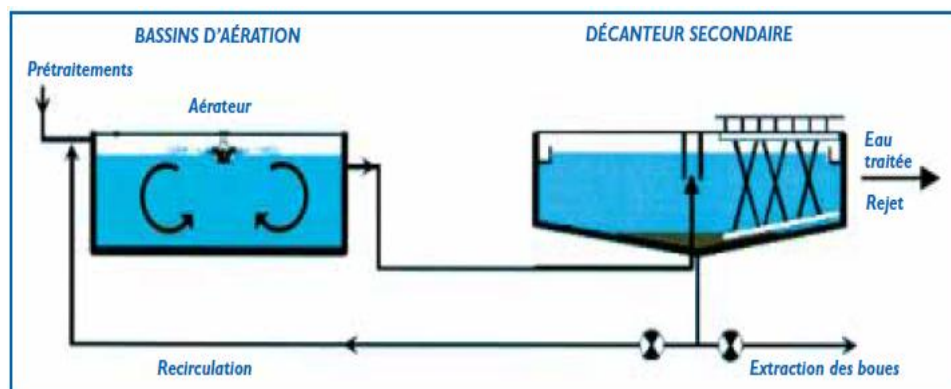
(Source : Document technique FNDAE n°22)

Objectif de rejet	Type de garnissage	Charge organique maximum (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .j)	Hauteur de matériau minimum (m)	Charge hydraulique minimum (m/h)	Taux de recirculation minimum
≤ 35 mg DBO <sub>5</sub> /l	Traditionnel	0,7	2,5	1	2
	Plastique	0,7	4	2,2	2
≤ 25 mg DBO <sub>5</sub> /l	Traditionnel	0,4	2,5	0,7	2,5
	Plastique	0,4	5	1,8	2,5

**II-2-2 Boues activées :**

Le procédé “boues activées” consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases “eaux épurées” et “boues épuratrices” sont séparées

[21]

**Figure II-2** Synoptique d'une boue activée - aération prolongée

Le dimensionnement du bassin d'aération s'effectue comme suit, dans le cas d'une aération prolongée (Document technique FNDAE n°22) :

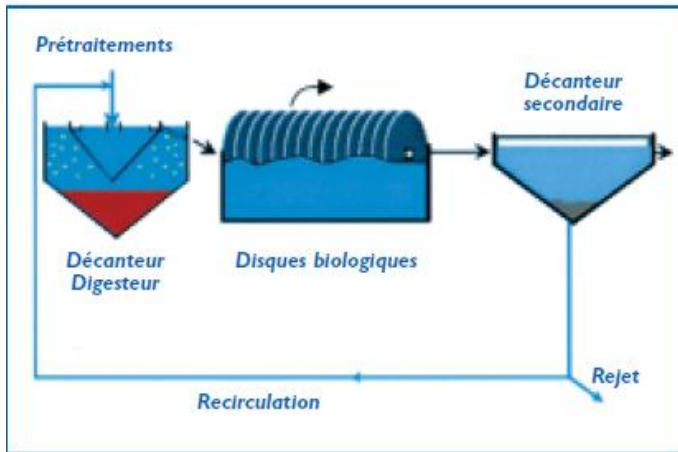
- Charge massique : ≤ 0,1 kg DBO<sub>5</sub>/kg MES.j ;
- Charge volumique : ≤ 0,35 kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.j ;
- Concentration de boues : 4 à 5 g MS/l ;
- Temps de séjour : 24 heures environ ;
- Besoins en O<sub>2</sub> : de l'ordre 1,8 kg O<sub>2</sub>/kg DBO<sub>5</sub> éliminée ;
- Puissance de brassage : 3 à 10 W/m<sup>3</sup> pour les brasseurs ; 10-20 W/m<sup>3</sup> pour les systèmes d'aération de fines bulles d'air.

Une boue activée aération prolongée permet d'éliminer 95 % de la DBO<sub>5</sub>.

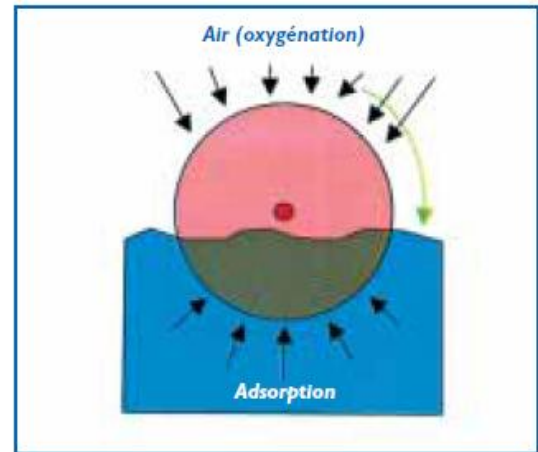
**II-2-3 Les disques biologiques :**

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants (cf. schémas ci-dessous)

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.



**Figure II-3** Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique



**Figure II-4** Schéma de principe d'un disque biologique

**Tableau II-2:** Le dimensionnement des disques biologiques  
(Source : Document technique FNDAE n°22)

Objectif de rejet	Charge organique à appliquer (après décantation primaire)
≤ 35 mg DBO <sub>5</sub> /l	9 g DBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .j
≤ 25 mg DBO <sub>5</sub> /l	7 g DBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .j

II-2-4 Avantages et inconvénients des différentes filières intensives :

Tableau II-3 Avantages et inconvénients des filières intensives

Filière	Avantages	Inconvénients
<p><b>Lit bactérien et disque biologique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ faible consommation 'énergie ;</li> <li>✓ fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ;</li> <li>✓ bonne dilatabilité des boues ;</li> <li>✓ plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées;</li> <li>✓ généralement adaptés pour les petites collectivités;</li> <li>✓ résistance au froid (les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées. Cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes;</li> <li>✓ coûts d'investissement assez élevés (peuvent être supérieurs d'environ 20 % par rapport à une boue activée) ;</li> <li>✓ nécessité de prétraitements efficaces ;</li> <li>✓ sensibilité au colmatage ;</li> <li>✓ ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.</li> </ul>
<p><b>Boue activée</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ;</li> <li>✓ bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5, N par nitrification et dénitrification)</li> <li>✓ adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ coûts d'investissement assez importants ;</li> <li>✓ consommation énergétique importante ;</li> <li>✓ nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ;</li> <li>✓ sensibilité aux surcharges hydrauliques ;</li> <li>✓ dilatabilité des boues pas toujours aisée</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ boues (cf. glossaire) légèrement stabilisées</li> <li>✓ facilité de mise en œuvre d'une déphosphoration simultanée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>à maîtriser ;</li> <li>✓ forte production de boues qu'il faut concentrer.</li> </ul>
--	---	---

### II-3 Les procédés biologiques extensifs :

Le fonctionnement de ce type d'installation sans électricité est possible, l'apport d'oxygène naturel, par échange avec l'atmosphère et par l'activité de photosynthèse des algues de surfaces, excepté pour le lagunage aéré pour lequel un apport d'énergie est nécessaire pour alimenter les aérateurs ou les matériels d'insufflation d'air. C'est les procédés utilisant de grandes surfaces (lagunes) s'appuyant sur les propriétés épuratrices d'un plan d'eau peu profond.

#### II-3-1 Lagunage naturel

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour, dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de 3. Cependant, utiliser une configuration avec 4 voire 6 bassins permet d'avoir une désinfection plus poussée. Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

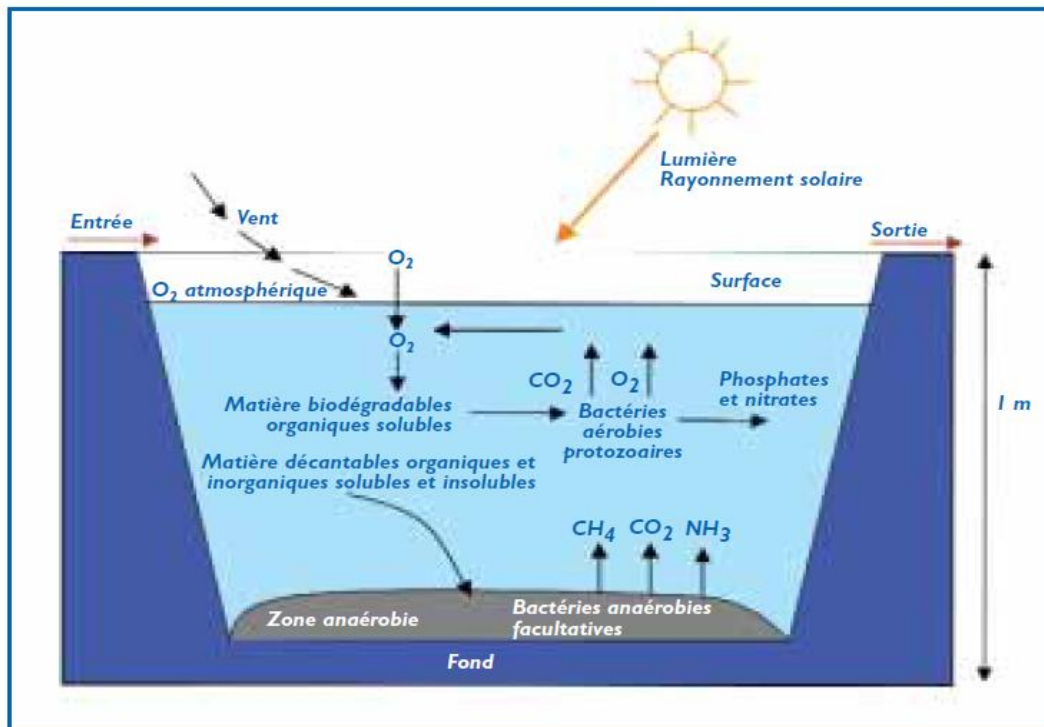


Figure II-5 : Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel

### II-3-2 Lagunage à macrophytes

Les lagunes à macrophytes reproduisent des zones humides naturelles comportant une tranche d'eau libre, tout en essayant de mettre en valeur les intérêts des écosystèmes naturels. Elles sont peu utilisées en Europe, mais sont souvent réalisées pour des traitements tertiaires à la suite de lagunage naturel, de lagunes facultatives ou de lagunage aéré aux Etats-Unis. Cette filière est généralement utilisée en vue d'améliorer le traitement (sur les paramètres DBO5 ou MES) ou de l'affiner (nutriments, métaux,...). Cependant l'utilisation d'une lagune de finition à macrophytes permettra d'obtenir de meilleurs rendements et sera plus commode d'entretien.

### II-3-3 Lagunage aéré

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO5 éliminée).

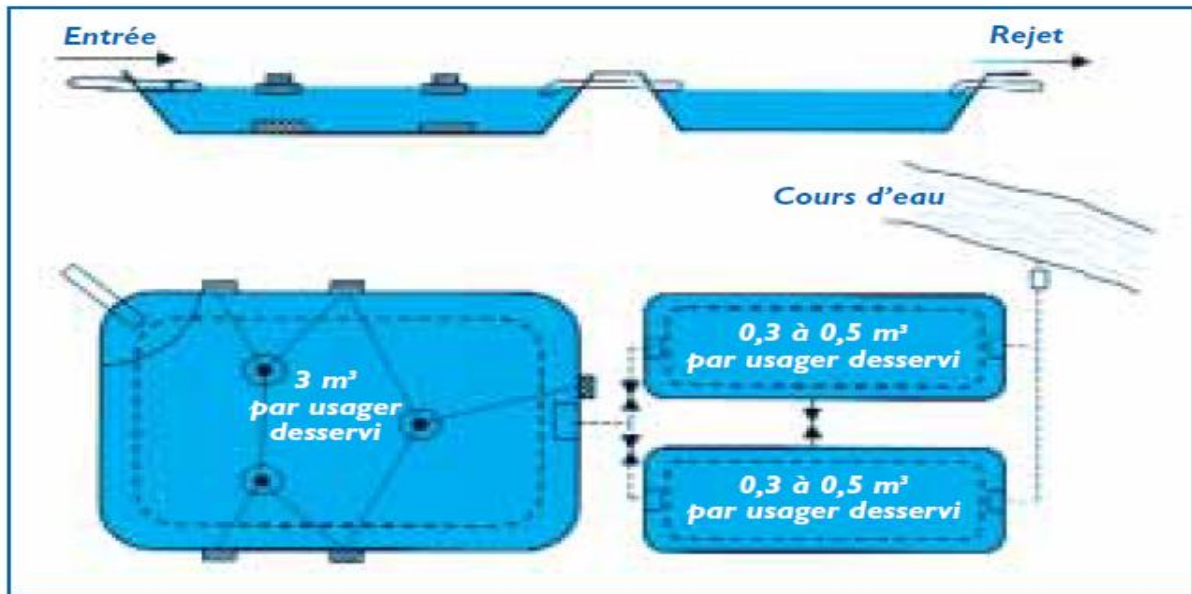


Figure II-6 : Schéma de principe d'un lagunage aéré

Tableau II-4 Base de dimensionnement pour les lagunes aérées

Paramètre	Base de dimensionnement
Temps de séjour	20 jours (temps de séjours réduit, en fait, à une quinzaine de jours après quelques années de fonctionnement suite au volume occupé par les dépôts de matières en suspension => il ne faut donc pas chercher à réduire ce temps de séjour lors de la conception).
Volume	3 m <sup>3</sup> par usager desservi.
Profondeur	2 à 3,50 m avec des aérateurs de surface (les turbines rapides de 4 kW correspondent à des profondeurs de l'ordre de 2,5 m, celles de 5,5 kW sont utilisées avec des profondeurs comprises entre 2,5 et 3) > 4,00 m possible avec insufflation d'air
Forme du bassin	Un carré autour de chaque aérateur
Puissance spécifique d'aération	Les besoins en oxygène sont de l'ordre de 2 kg O <sub>2</sub> / kg DBO <sub>5</sub> . Pour limiter les dépôts à un volume ne perturbant pas le traitement et, par ailleurs, prévenir la formation d'algues microscopiques, il est nécessaire de surdimensionner les aérateurs et d'utiliser une puissance comprise entre 5 et 6 W/m <sup>3</sup> . En fonctionnement, il est toujours possible de réduire le temps de marche de ces aérateurs par rapport aux temps de marche des aérateurs de puissance moindre, ce qui permet de limiter les surcoûts de fonctionnement.



Tableau II-5 Avantages et inconvénients des filières extensives

Filière	Avantages	Inconvénients
<p><b>Lagunage naturel</b></p>	<p>-Un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable ;</p> <p>-L'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement ;</p> <p>- Elimine une grande partie des nutriments : phosphore et azote (en été).</p> <p>- Faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été ;</p> <p>- S'adapte bien aux fortes variations de charge hydraulique ;</p> <p>-Pas de construction "en dur", génie civil simple ;</p> <p>- Bonne intégration paysagère ;</p> <p>_ Bon outil pour l'initiation à la nature ;</p> <p>_ Absence de nuisance sonore ;</p> <p>_ Les boues de curage sont bien stabilisée sauf celles présentes en tête du premier bassin.</p>	<p>-Forte emprise au sol (10 à 15 m<sup>2</sup>/EH) ;</p> <p>_ Coût d'investissement très dépendant de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune ;</p> <p>_ Performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. Cependant, le rejet de matière organique s'effectue sous forme d'algues, ce qui est moins néfaste qu'une matière organique dissoute pour l'oxygénation du milieu en aval ;</p> <p>_ Qualité du rejet variable selon les saisons ;</p> <p>_ La maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires restent limités.</p>
<p><b>Lagunage</b></p>	<p>-Tolérant aux variation de charges hydrauliques</p>	<p>-Rejet d'une qualité moyenne sur tous les</p>

<b>aéré</b>	<p>et/ou organiques importantes ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Tolérant aux effluents très concentrés ;</li> <li>_ Tolérant aux effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées) ;</li> <li>_ Traitement conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables.</li> <li>_ Bonne intégration paysagère ;</li> <li>_ Boues stabilisées.</li> </ul>	<p>paramètres ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé ;</li> <li>_ Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération ;</li> <li>_ Forte consommation énergétique</li> </ul>
-------------	--	--

# *Partie Pratique*

# *Chapitre III*

*Méthode et matériels d'analyses*

### III-1 Présentation de la zone d'étude

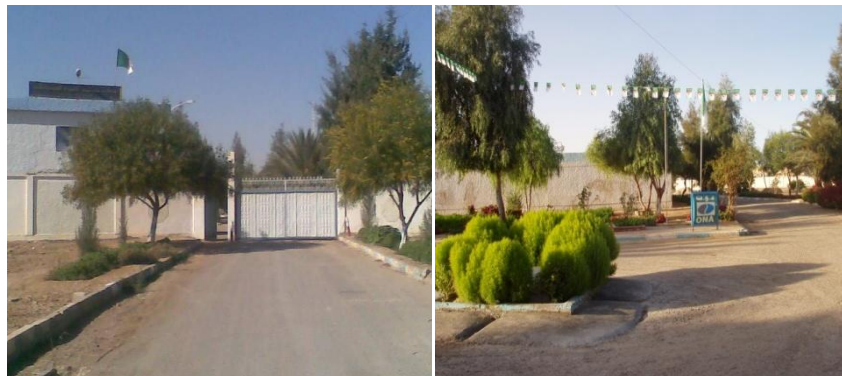
Le climat de la région est de type aride avec une température moyenne annuelle de 26,37 °C, la moyenne mensuelle varie de 22,10 °C en Janvier et à 30,45 °C en Juillet, au cours des 10 dernières années (2003-2013) [31].

### III-2- Présentation de Station d'épuration de Touggourt:

#### III-2-1 contexte général :

La station d'épuration des eaux usées de Touggourt relevant de la wilaya de Ouargla, est située à Ben Yass Oued dans commune Tebesbest, sur la route d'El Oued, elle s'étend sur une superficie de 5 Hectare (ses coordonnées sont latitude : 33.16° Nord et longitude : 6. 04° Est). Cette station a été mise en service le 20/11/1993, réhabilitée en 2003 et traite aujourd'hui une partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Touggourt.

Le principe de traitement est celui d'une épuration biologique à boues activées à faible charge aération prolongée. Dans ce type de 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. Ce processus aérobie provoque le déplacement des bactéries qui, par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent. (photo1).



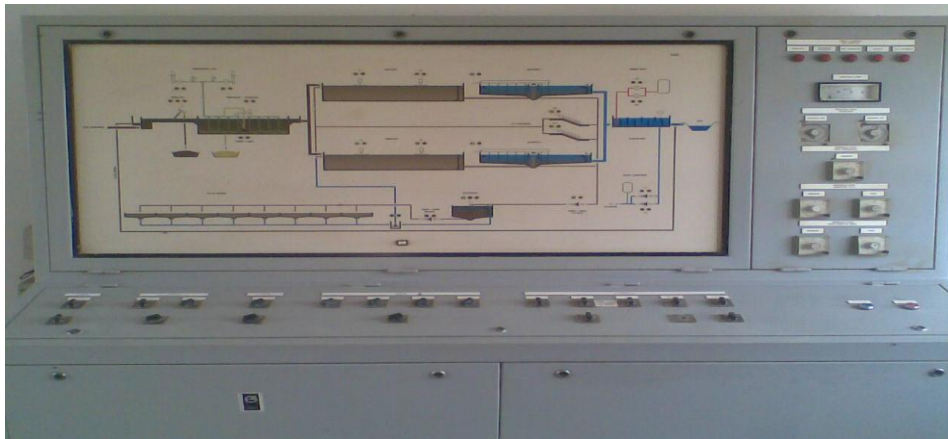
**Photo1** :STEP de Touggourt

#### III-2-2La filière du traitement :

La station d'épuration (photo 2) de la ville Touggourt se compose de laligne de traitement biologique suivante :

- Arrivée des eaux brutes ;
- Dégrillage des eaux brutes ;

- Dessablage- déshuilage ;
- Aération des eaux et formation des boues activées ;
- Clarification des eaux (décantation secondaire) ;
- Désinfection des eaux traitées ;
- Recirculation des boues ;
- Epaississement des boues en excès ;
- Evacuation des boues fraîches vers les lits de séchage ;
- Déshydratation des boues sur les lits de séchage ;



**Photo 2:**Schéma général du procédéappliqué à laSTEP Touggourt

### III-1-3 Les unités de traitement:

#### III-1-3-1 Le prétraitement

Destiné à préparer l'effluent au traitement biologique ultérieur, le prétraitement comporte une succession d'opérations physiques ou mécaniques destinées à séparer les eaux usées des matières volumineuses, en suspension ou flottantes, qu'elles véhiculent.

##### a. Le relevage :

L'eau brute arrive sous pression par une conduite de refoulement à partir de réseau de la ville, l'eau chargée coule gravitairement dans un canal de 800 mm de large. Au moment où le débit se présente, on démarre une seule pompe de relevage.



**Photo 3 :** Relevage.

**b. Le Dégrillage :**

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux de large à espacement de 20mm , plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement.



**Photo 4 :** Dégrilleur

**c. Dessablage-déshuilage :**

Il est toujours à craindre une présence importante de sable, de matières minérales en suspension et d'huiles pouvant gêner, voire freiner le fonctionnement de l'installation.

Pour cela, une phase de prétraitement des eaux dégrillées est réalisée dans un dessableur-déshuileur longitudinal aéré. La vitesse d'écoulement des eaux est maintenue à



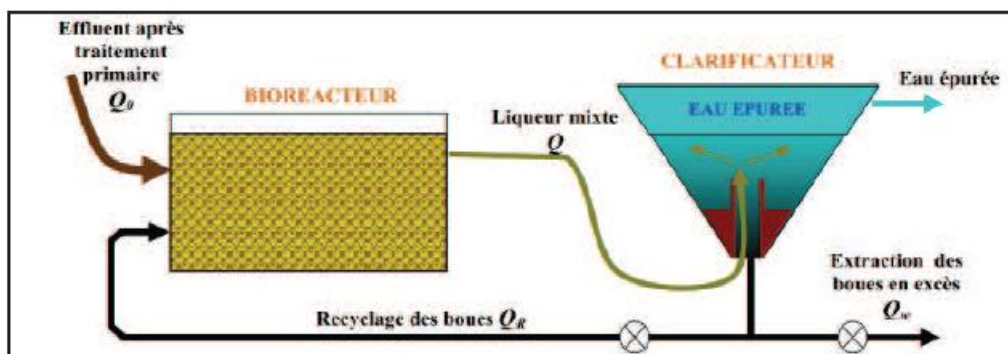
environ 0.30m/s. Le sable déposé au fond de l'ouvrage est relevé jusqu'à une trémie par l'utilisation d'une pompe à sable. Les huiles sont récupérées en surface dans une zone de tranquillisation et sont déversées dans un puisard à graisse pour être acheminées par un camion vers une décharge aménagée (photo 5).



Photo 5 Dessableur-déshuileur

### III-2 - 3 Traitement secondaire (traitement biologique)

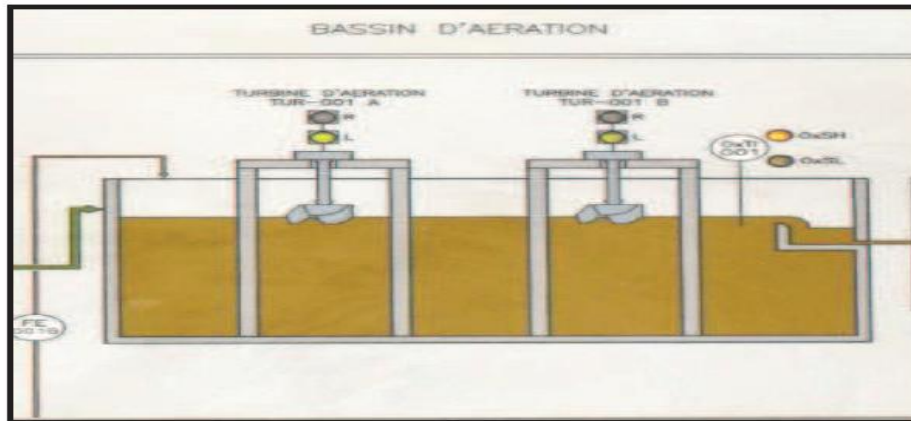
Le procédé de traitement est dit « à boues activées » car l'ensemble des conditions favorables à une activité maximale des bactéries est mis en œuvre : un apport en oxygène suffisant, une agitation permanente afin de favoriser le contact entre bactéries et pollution, une concentration élevée en bactéries pour augmenter l'efficacité du traitement. La chaîne de traitement est composée d'un bioréacteur, d'un clarificateur et d'une boucle de recyclage des boues. Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble complet qui comprend :





**Figure III-1** : Schéma du principe du procédé de traitement secondaire**a- Le bassin d'aération**

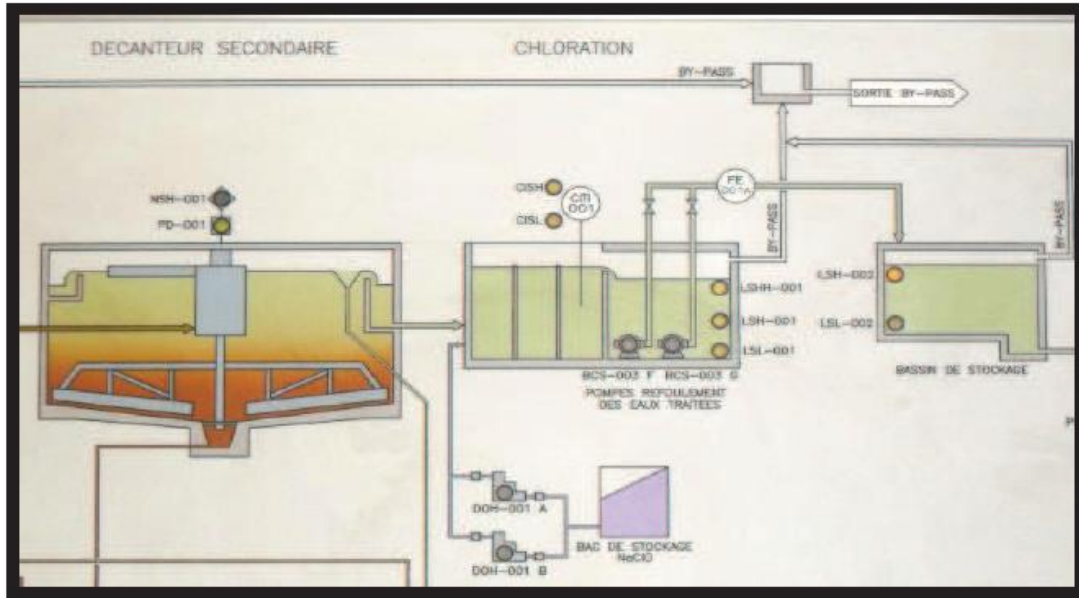
Le bassin d'aération (photo 6) est de forme rectangulaire de capacité totale 7200 m<sup>3</sup> en béton armé. Il sera alimenté en eaux usées dégrillées, dessablées et déshuilées qui seront brassées avec les boues de retour et la liqueur mixte. Le bassin est équipé par 2 aérateurs de surface à axe vertical de 45 kW- capacité d'aération 80 kg O<sub>2</sub>/h.

**Figure III-2** Schéma du bassin d'aération**Photo 6:** Bassin d'aération**b- Le bassin de clarification (décantation secondaire)**

Les performances de l'épuration biologique résultent de l'action d'aération et de Clarification qui, sur le plan technique, forment une seule unité. La liqueur mixte maintenue en suspension dans le bassin d'aération, passe dans un bassin de clarification de forme circulaire pour y être clarifiée (figure III-3).

Le bassin de décantation de 6m de diamètre, est équipé d'un pont racleur muni de

racleur  $\varnothing 24$  m de fond ramenant les boues sédimentées sur le radier de l'ouvrage vers la fosse centrale à boues, d'où ces dernières seront reprises par l'intermédiaire de tuyauteries vers l'installation de pompage, et d'un racleur de surface pour élimination des flottants (photo 7).



**Figure III-3** : Schéma du décanteur secondaire (ANONYME 3, 2003)



**Photo 7** : Décanteur secondaire

### c- Poste de recirculation des boues

Les boues reprises au centre du décanteur sont transférées gravitairement vers le poste de pompage des boues pour y être recerclées ou dirigées vers le traitement des boues en fonction de la destination des boues produites.

L'efficacité des procédés du traitement biologique par boues activées est basée sur une recirculation importante de boues provenant de la clarification. La concentration nécessaire en boues activées dans le bassin d'aération est assurée par deux groupes électropompes.

#### **d- Les boues en excès**

Les boues en excès sont extraites du poste de pompage par un groupe électropompes, et envoyées à l'épaississeur où elles subiront une stabilisation et une concentration avant expédition vers les lits de séchage.

#### **III-2-4 La désinfection des eaux**

La désinfection dans le bassin de chloration rectangulaire, elle est assurée par de l'hypochlorite de sodium "NaOCl". Le passage obligé imposé par la chicane entre l'entrée et la sortie du bassin de chloration garantit le respect de ce temps de contact pour l'intégralité de l'effluent à épurer (photo 8). L'eau désinfectée est évacuée à partir d'un puisard une conduite. Elle passe ensuite dans un regard avant d'être rejetée dans l'Oued Rhir.



**Photo 8:** Bassin de chloration

#### **c. L'épaississement des boues**

L'épaississement des boues a pour but de les concentrer au maximum avant de les envoyer sur les lits de séchage. L'ouvrage se présente sous forme d'un cylindre à fond conique, en béton armé, à faible pente et de 10 m de diamètre (photo 9).





**Photo 9 :** Epaisseur

#### **b- Les lits de séchage**

Les boues épaisses sont épanchées sur 14 lits de séchage (photo 10) pour y être déshydratées naturellement. Les lits sont formés d'aires délimitées par des murettes en béton armé et d'une couche de sable disposée sur une couche support de gravier. Des conduites de drainage disposées sous la couche support recueillent les eaux d'égouttage.



**Photo 10:** Lits de séchage

### **III-2 Etude expérimentale**

Notre étude comporte deux parties :

Dans la première partie, nous nous intéresserons à la qualité de l'eau épurée

produite par la station et la comparer avec les normes algériennes des rejets. À partir des résultats obtenus, nous tenterons d'évaluer, les performances épuratoires de ce système, sous les conditions climat aride.

### **III- 2 Caractérisation des effluents de boues activées de la ville Touggourt**

Des échantillons mensuelles d'eau ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration. Les échantillonnages mensuelles se sont déroulés du mois de [Janvier au mois de Décembre](#) de l'année 2013.

Les paramètres physico-chimiques mesurés sont : le pH, la température, la turbidité, la DCO, la DBO5, les MES et les éléments nutritifs. Les méthodes de dosage utilisées sont les suivantes :

#### **III-2-1 Prélèvement**

Les récipients utilisés ne doivent pas apporter de substances toxiques et assurer une fois bouchés une protection totale contre toute contamination extérieure. Les prélèvements sont effectués dans des flacons en polyéthylène ou en verre borosilicaté.

#### **III-2-2 Échantillonnages des eaux :**

L'échantillonnage des eaux a été réalisé selon la norme AFNOR NF EN 25667 (ISO 5667). Les échantillons ont été collectés à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau épurée) de la STEP avant rejet à l'aide d'une bouteille en PVC de type 750 ml A la fin de chaque jour on a prélevé les échantillons. Ces derniers sont ramenés au laboratoire dans une glacière à 4°C et analysés dans les 24 heures.

#### **III-2-2. Le pH**

La mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre de type MP 220 (Photo 10), muni d'une électrode préalablement étalonnée avec des solutions tampon pH = 4 puis pH = 7. La méthode a consisté à plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher, dans lequel un agitateur magnétique homogénéise l'échantillon. Après stabilisation de l'affichage sur le cadran du pH mètre, on note le pH.



**Photo10** : pH-mètre

### **III-2-3 Détermination de la Conductivité électrique (CE)**

La mesure est faite à l'aide d'un conductimètre de type HANNA EC 214 (Photo 11). La conductivité d'une solution est affectée par la température de la solution. Donc il est nécessaire de lier les mesures de conductivité à une température de référence : 25°C



**Photo11** : Conductimètre

### **III-2-4 La température**

La température est déterminée en même temps que la conductivité électrique par le Conductimètre

### **III-2-5 Les matières en suspension (M.E.S)**

#### **Mode opératoire :**

#### **Dosage des MES par centrifugation (Norme NFT go -105-2)**

- Attendre que les échantillons soient à température ambiante  
Homogénéiser le contenu du flacon par agitation.

-Si cela est possible, introduite la totalité de l'échantillon des le pot la centrifugeuse, de volume de 200 à500ml, et centrifugeur 20min envions, le  $V_E$  en ml doit conduire à la passée d'au moins 30 mg de MES

- Si la totalité de l'échantillon ne peut trouver place dans le pot , opérer en plusieurs fois .

- Eliminer l'eau surnageant, remettre en suspension le culte dans de l'eau distiller et centrifuger 20min.
- Recueillir le culot préposé dans une capsule préalablement séchée à 105 c° et pesée a0, 1mg prés : M1.
- Sécher ensuite la capsule et son contenu à 105 c° ,en 2 heurs laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0,5mg prés :M2.

### Expression des résultats

La teneur en MES est calculée a partir de la formule suivante

$$\text{MES} = \frac{M_2 - M_1}{V_E} \times 1000 \text{ (mg/l)}$$

### **b- matériels :**



**Photo12 :**Centrifugeuse



**photo13 :** Etuve



**Photo14** : Balance de précision

### **III-2-6 La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La DCO a été déterminée par le colorimètre HACH DR 820 suivant les étapes :

On prend 2ml d'échantillon dans un tube de réactif DCO. On place le tube bouché dans le réacteur (Photo15) et on chauffe pendant deux heures à 150°C. On laisse le mélange se refroidir et on lit la valeur avec le colorimètre (photo16) (Norme NF T 90-10, équivalente ISO 6060).



**Photo 15** : Réacteur de DCO

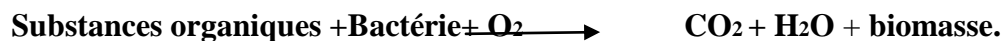




**Photo16** : Colorimètre

### III-1-7 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

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



La détermination de la DBO5 consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité .

La DBO5 a été déterminée à l'aide respiromètre WTW OxiTop (Photo17). Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs suivant les étapes :

#### **Mode opératoire :**

- ✓ Introduire un volume d'eau à analyser (V) dans la bouteille de DBO mètre en fonction de la concentration de l'eau.
- ✓ Mettre un barreau magnétique dans la bouteille.
- ✓ Mettre dans le premier bouchon en plastique une pour absorber l'humidité.
- ✓ Fermer la bouteille de la DBO mètre par le deuxième bouchon.
- ✓ Laisse le DBO mètre sous une agitation magnétique pendant cinq jours



**Photo17** : DBO mètre (OxiTop)

### **III-1-8 Mesure de nitrites et nitrates :**

#### **a-Mode opératoire :**

On verse 10ml de l'échantillon dans la bouteille à l'intérieur de dispositif de mesure.  
Nous ajoutons le réactif (HACH) les valeurs par calorimètre Sant effectuées  
de type HACH DR 820 (photo 16)

# *Chapitre IV*

*Etude des performances épuratoires*

### IV-1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les principales mesures de traitements effectués au niveau de la station d'épuration de Touggourt, afin de pouvoir quantifier la pollution des eaux usées à l'entrée de l'eau brute et à la sortie de l'eau décantée de la STEP.

Les analyses ont été réalisées au Laboratoire de la station d'épuration de Touggourt. Les expériences ont été conduites pendant la période allant Janvier 2013 au mois Décembre de la même année.

### IV-2 Résultats et discussion

Les résultats sont présentés de telle façon qu'ils soient facilement exploitables pour déterminer la pollution résiduelle de la station d'épuration par boues activées de ville Touggourt. En considérant les débits à l'entrée de la STEP présentent en moyenne  $8017\text{m}^3/\text{j}$ , avec un temps de séjour allant de 18 heures. Le tableau IV1 (ci-dessous) donne les valeurs moyennes des facteurs de pollution de l'effluent avant et après l'épuration pendant les quatre cycles nycthémeraux

**Tableau IV-1** : Moyenne des paramètres critères de pollution

de l'effluent avant et après L'épuration en saison chaude et froide.

Paramètres	Unité	Norme	Entrée		Sortie		Rendement	
			P. Froide	P. Chaude	P. Froide	P. Chaude	P. Froide	P. Chaude
DCO	mg/l	90	358.2	411.6	39.9	39.8	88.9	90.3
DBO5	mg/l	30	283.1	325.8	27.7	30.6	90.2	90.6
MES	mg/l	30	466.6	529.3	24.8	29.9	94.7	94.3
N-NO3	mg/l	30	45.6	34.6	4.5	5.2	/	/
N-NO2	mg/l	/	0.125	0.126	0.023	0.022	/	/
Conductivité	-	/	7.11	6.30	7.39	7.42	/	/
pH	/	6.5-8	7.3	7.3	7.2	7.3	/	/
Température	°C	Inf. 30	24	23	22.7	25.9	/	/

NB/ Période chaude ;(automne hiver),Période froide ; (printemps l'été )

### IV-3 1- Etude physico-chimique :

#### 1- Débit :

Le tableau IV .2 résume la variation du débit durant l'année 2013 pour déterminer que si ce dernier arrive à la valeur du débit maximal de la station

Avec:- Le débit nominal = 9360 m<sup>3</sup>/j

$$\% \text{ Nominal} = 100 \times Q_M / Q_N$$

La valeur de débit entrant durant l'année 2013 ne présente que 85 ,65% de valeur de débit nominal de la station. Cette valeur est inférieure à celle prévue pour le calcul dimensionnel qu'est de(Q<sub>N</sub> =9360 m<sup>3</sup>/j).

**Tableau IV-2:**Variation mensuelle de débits des eaux brutes de la STEP Touggourt

Mois	Débit mensuel (m <sup>3</sup> /j)	% Nominal
Janvier	8408,5	89,83
Février	8831,6	94,35
Mars	/	/
Avril	8701,2	92,96
Mai	1048,45	11,20
Juin	8694	92,88
Juillet	/	/
Août	9075,48	96,96
Septembre	7404	79,10
Octobre	6678	71,34
Novembre	8564,3	91,49
Décembre	8946	95,57
Moyenne	8017,13	85,65

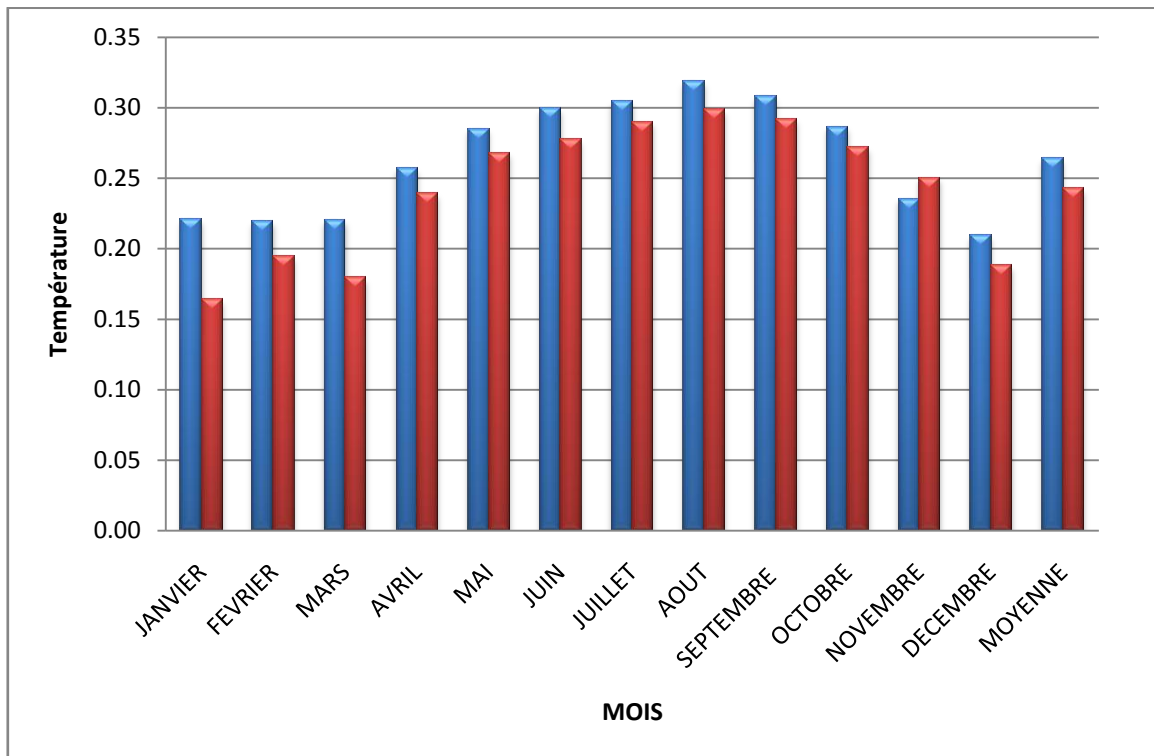
## 2-Température :

La température est un facteur abiotique important. Sa mesure est nécessaire, étant donné le rôle qu'elle joue dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH [22]. La température agit également comme facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance de la plupart des organismes vivant dans l'eau, notamment ceux microscopiques [22] et est, de ce fait, directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique [23] .

D'après les résultats obtenus (Tableau IV .3 et figure IV.1), les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles se situent dans un intervalle qui va 22.02 °C à 31.4°C à l'entrée et entre 16.3°C et 29.8°C pour les eaux épurées, avec une moyenne de 23.8°C durant la période d'étude, elle sont voisines des température ambiantes, avec une tendance à augmenter en période estivale et à diminuer en hiver. Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques. L'élévation de la température au cours du temps est influencée par la température atmosphérique.

**Tableau IV-3:** Variation mensuelle de la température des eaux de la STEP Touggourt

<b>Température (°C)</b> <b>Mois</b>	<b>Eau l'entrée de station</b>	<b>Eau sortie de station</b>
<b>Janvier</b>	22 ,10	16,37
<b>Février</b>	21,95	19,45
<b>Mars</b>	22,02	17,91
<b>Avril</b>	25,70	23,93
<b>Mai</b>	28,50	26,83
<b>Juin</b>	29,95	27,75
<b>Juillet</b>	30,45	29,00
<b>Aout</b>	31,83	29,87
<b>Septembre</b>	30,80	29,20
<b>Octobre</b>	28,63	27,20
<b>Novembre</b>	23,55	25,05
<b>Décembre</b>	20,97	18,80
<b>Moyenne</b>	26 ,37	24,28



**Figure IV .1** Variations mensuelle de la température des eaux de la STEP Touggourt

### 3- Le pH :

Le pH est un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement [24].

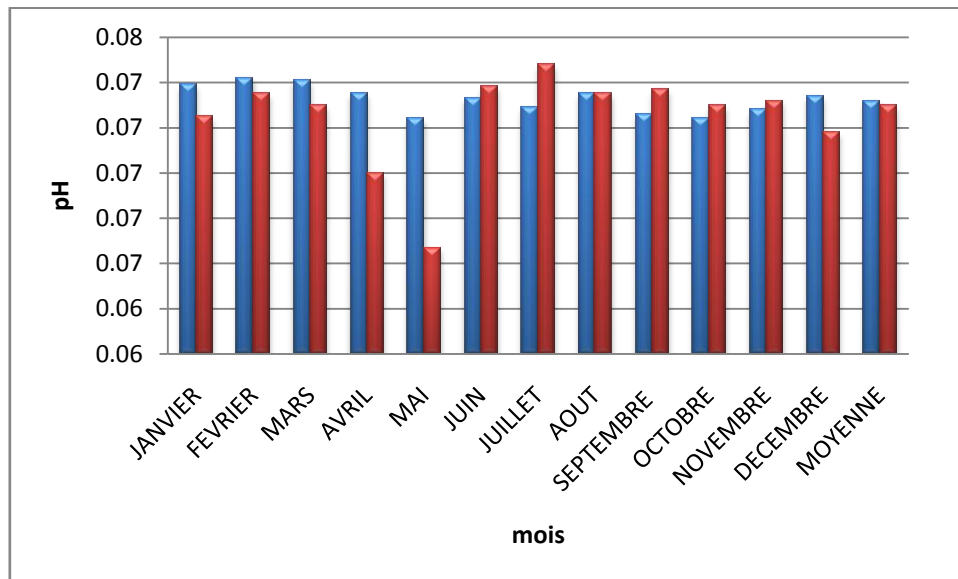
La mesure du pH des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un pH optimal variant de 6,5 à 8,5. Des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes [22].



**Tableau IV-4:** Variation du pH des eaux entrée et sortie de STEP Touggourt

<b>pH</b> <b>Mois</b>	<b>Eau l'entrée de station</b>	<b>Eau sortie de station</b>
<b>Janvier</b>	7,39	7,25
<b>Février</b>	7,42	7,35
<b>Mars</b>	7,41	7,30
<b>Avril</b>	7,35	7,00
<b>Mai</b>	7,24	6,67
<b>Juin</b>	7,33	7,38
<b>Juillet</b>	7,29	7,50
<b>Août</b>	7,35	7,35
<b>Septembre</b>	7,26	7,37
<b>Octobre</b>	7,24	7,30
<b>Novembre</b>	7,28	7,32
<b>Décembre</b>	7,34	7,18
<b>Moyenne</b>	7,32	7,30

D'après les résultats obtenus (figure IV.2 Tableau IV-4), nous remarquons que les valeurs de pH des eaux brutes enregistrées dans une STEP Touggourt sont comprises entre 7,24 et 7,42 et à la sortie de la station, les valeurs de pH varient de 6,67 à 7,50. Ces teneurs correspondent aux normes recommandées algérienne [25] est presque invariable quelle que soit la saison. Ces résultats sont accord avec ceux rapport dans la littérature [15].



**Figure IV .2**Variations mensuelle du pH des eaux de la STEP Touggourt

#### 4- Conductivité

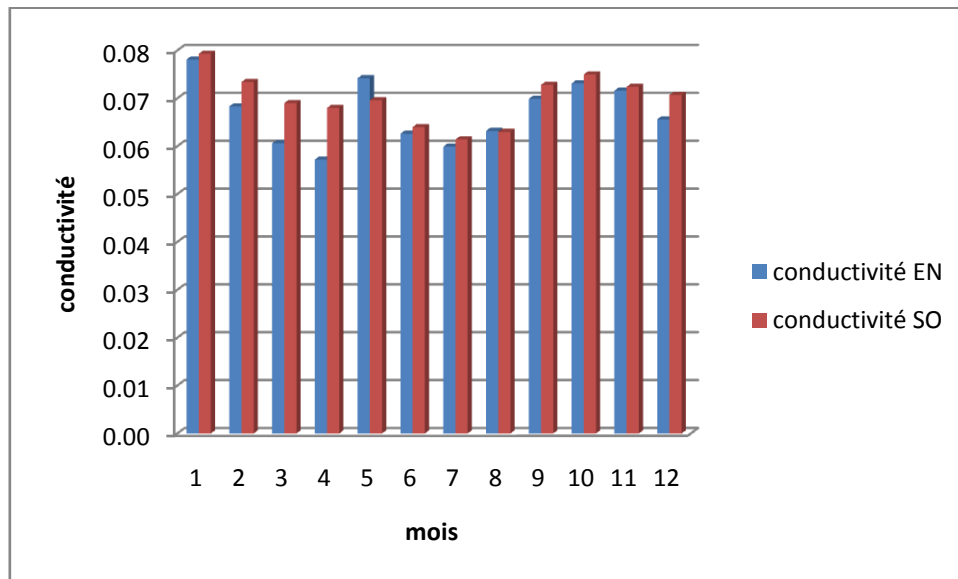
La conductivité électrique d'une eau est un indicateur direct de sa salinité. C'est un facteur vital à suivre lorsqu'on est intéressé par une réutilisation des eaux usées en agriculture [26].

**Tableau IV.5** : Variation mensuelle de la conductivité des eaux de la STEP Touggourt

<b>Conductivité (mS/cm)</b>	<b>Eau l'entrée de station</b>	<b>Eau sortie de station</b>
<b>Mois</b>		
<b>Janvier</b>	7,81	7,93
<b>Février</b>	6,83	7,34
<b>Mars</b>	6,06	6,90
<b>Avril</b>	5,72	7,80
<b>Mai</b>	7,42	7,96
<b>Juin</b>	6,26	7,40
<b>Juillet</b>	5,99	7,14
<b>Août</b>	6,32	7,30
<b>Septembre</b>	6,99	7,28
<b>Octobre</b>	7,31	7,50
<b>Novembre</b>	7,16	7,24
<b>Décembre</b>	6,56	7,07
<b>Moyenne</b>	6,70	6,98

La conductivité électrique des eaux usées brutes est comprise entre 7.81 et 5.72mS/cm (Tableau IV.5 et Figure IV.2) à l'exception d'une valeur minimale de 7.81mS/cm qui a été mesurée en mois Janvier. Et dans les eaux à épurée tend à augmenter lors de son passage dans les bassins de la station. Cette augmentation est plus marquée en période chaude, à partir du mois de Mais.

Ces valeurs sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à usage domestique, est t contrôlée essentiellement par l'évaporation de l'eau dans les bassins. Etant dans un climat saharien aride, Il faut noter également que les traitements physiques ou biologiques n'ont qu'une faible incidence sur ce paramètre et que sa valeur varie peu entre l'eau brute et l'eau épurée.



**Figure IV .3** Variations mensuelle de la conductivité des eaux de la STEP Touggourt

#### IV- 3-2 Paramètres de pollution particulaire

##### 1- Les matières en suspension (MES):

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent une moyenne de 506.8 mg/l pour les eaux brutes, ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet. En ce qui concerne les eaux épurées, le taux des MES avec une moyenne 29.5 mg/l,

En effet, durant le quater saison la concentration moyenne en période froide est de 341 à 667.6 mg/l et peu variable durant en période chaude avec 343.2 à 672.6 mg/l.

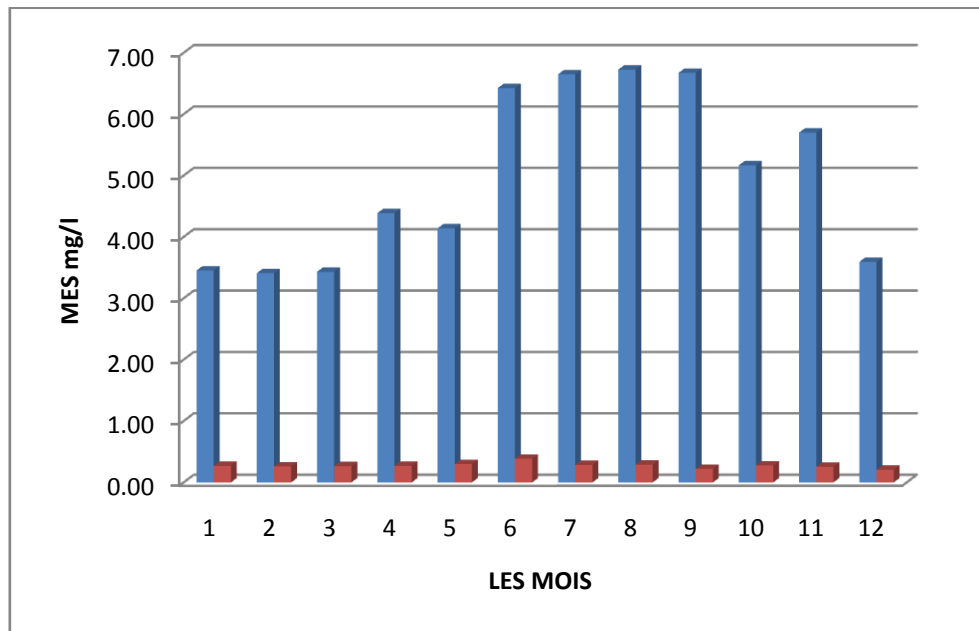
(Voir tableau IV-6).

**Tableau IV-6:** Variation mensuelle des MES des eaux de la STEP Touggourt

Concentration MOIS	Entrée (mg/l)	Sortie (mg/l)	Réduction %
Janvier	345,33	27	92,18
Février	341 ,00	26	93,69
Mars	343,17	26,5	92,28
Avril	438,67	27	93,87
Mai	414,00	30	92,75
Juin	642,50	38,5	94
Juillet	665,00	28,5	95,71
Août	672,67	29	95,68
Septembre	667 ,33	22	96,7
Octobre	516,67	27,67	94,51
Novembre	570,00	25,5	95,52
Décembre	359,33	20,67	94,24
Moyenne	497,98	27,36	94,51

La station de Touggourt assure un bon abattement des MES. Près de 50% en sont éliminées en moyenne au niveau du premier bassin. L'abattement total a atteint une efficacité moyenne de 94.7% enregistrée en période froide. La courbe d'évolution des MES dans la station présente souvent des pics, indiquant une production de celles-ci. Ce phénomène est plus marqué en période chaude une réduction 94.3% s'étendant de la fin du printemps jusqu'au début d'automne.

Ces résultats s'expliquent par : a) Une importante décantation des MES au niveau du premier bassin, b) Une restitution des MES sous une autre forme (organique vivante) au niveau des bassins suivants. Ceci a été également confirmé par [27] .



**Figure IV-4:** Variation mensuelle des MES des eaux de la STEP Touggourt.

### IV-3 -3 Les paramètres de pollution organique (DCO, DBO5)

#### 1-La demande chimique en oxygène (DCO)

Dans le domaine des eaux usées, pour déterminer la pollution d'une eau, on utilise très souvent des paramètres globaux, qui décrivent la somme des pollutions provoquées par des polluants appartenant à un groupe déterminé de composés.

L'un de ces paramètres est la demande chimique en oxygène DCO, qui est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non[28].

On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute est variable selon les semaines, elles oscillent entre 269 et 496 mg /l avec une moyenne de 382.5 mg /l. Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute pour moyenne de 40.2 mg/l, elles varient entre 32 et 48.5mg/l. (Voir tableau IV.7 et figureIV.4)

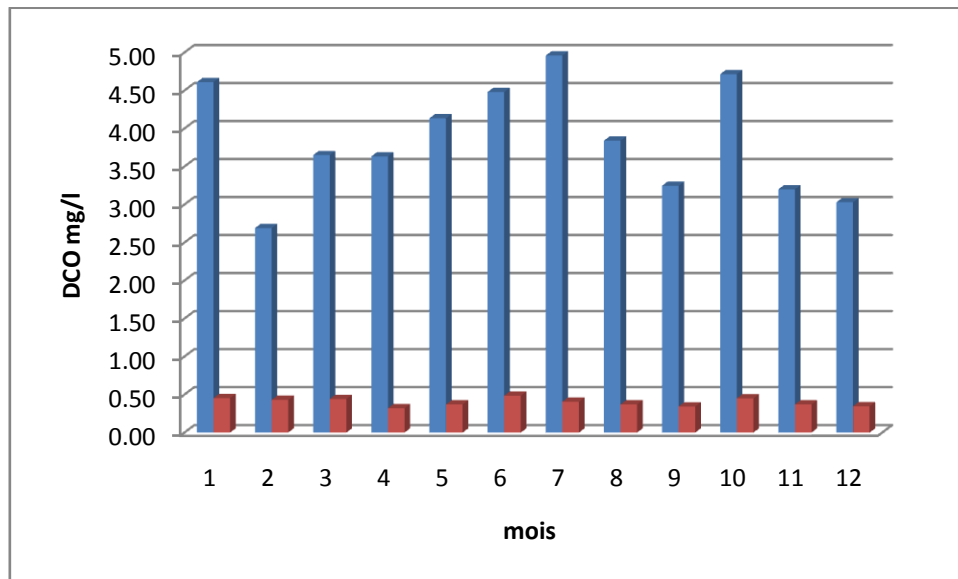
Par ailleurs, une DCO moyenne de 32 mg O<sub>2</sub>/l, obtenue à la sortie, obéit aux normes algériennes de rejet (120 mg /l), celle du journal officiel de la communauté

européenne (125 mg /l) ainsi qu'aux normes de l'OMS (<90 mg /l) et inférieure à celles des eaux destinées à l'irrigation (<40 mg /l).

En outre, l'abattement de l'ordre de 90 % de la DCO obtenu par la STEP de Touggourt satisfait les normes européennes d'abattement de ces paramètres (75 %).

**Tableau IV-7:** Variation mensuelle de la DCO des eaux de la STEP Touggourt.

<b>Concentration</b> <b>Mois</b>	<b>DCO à l'entrée (mg/l)</b>	<b>DCO à sortie (mg/l)</b>	<b>Le rendement (%)</b>
<b>Janvier</b>	461	45,33	90,16
<b>Février</b>	269	43	84 ,01
<b>Mars</b>	365	44,16	87,9
<b>Avril</b>	363,33	32	91,2
<b>Mai</b>	413,5	37	91 ,05
<b>Juin</b>	448	48,5	89,17
<b>Juillet</b>	496	40,5	91,83
<b>Août</b>	384	37	90,36
<b>Septembre</b>	324,67	34,33	89,42
<b>Octobre</b>	471,5	45	90,45
<b>Novembre</b>	320	37	88,43
<b>Décembre</b>	303	34,67	88,55
<b>Moyenne</b>	384,91	39,87	89,60



**Figure IV-5:** Variation mensuelle de la DCO des eaux de la STEP Touggourt.

## 2- Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

Comme il a été indiqué dans la partie Matériel et Méthodes de ce chapitre ; la DBO a été mesurée pendant 5 jours. La charge organique est exprimée, dans notre étude, en termes de DBO<sub>5</sub>.

La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 181.3 et 405mg /l en fonction des semaines, en moyenne de l'ordre de 304.4 mg/L, reportée au débit journalier moyen de 8017,1 m<sup>3</sup>/j, la charge journalière atteint 2437Kg de DBO<sub>5</sub>. Les variations des concentrations en DBO<sub>5</sub> de l'eau brutes'expliquent par la nature des eaux résiduaires. Cependant, on constate que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la station, les effluents traités s'appauvrissent, ils montrent des teneurs en DBO<sub>5</sub> entre 23 et 37 mg/l, Cependant, le caractère saisonnier très variable du fonctionnement dans la boue activée, l'abattement en DBO<sub>5</sub> ne dépasse pas les normes recommandées algérienne est 40 mg/l, ce qui correspond à un taux d'abattement moyen de 90.4%, reste proche de celui obtenu dans d'autres travaux similaires [30].



Cette performance de la station est liée à une optimisation des réglages d'exploitation, est presque invariable quelle que soit la saison mais change au la charge organique entrant.

Le rapport entre la DCO et la DBO5 permet de caractériser la nature de l'effluent en entrée de la STEP, il est en moyenne de  $1.3 < 3$ , ce qui confirme que les eaux usées épurées au niveau de la STEP Touggourt sont d'origine domestique. Selon [28] les valeurs de la DCO et la DBO5 de l'eau épurée sont typique des eaux communales après épuration biologique.

**Tableau IV-8:** Variation mensuelle DBO5 des eaux de la STEP Touggourt.

Concentration mois	DBO5 à l'entrée (mg/l)	DBO5 à sortie (mg/l)	Le rendement (%)
Janvier	380	35	90,99
Février	200	27,50	86,32
Mars	290	31,25	89,22
Avril	333,33	25	92,22
Mai	317,50	37	88,34
Juin	360	31,5	91,25
Juillet	313,75	28	91,07
Août	340	31	90,88
Septembre	263,33	22,33	91,52
Octobre	405	29	92,83
Novembre	269	29,5	89,03
Décembre	181,33	23	87,31
Moyenne	304,44	29,17	90,42

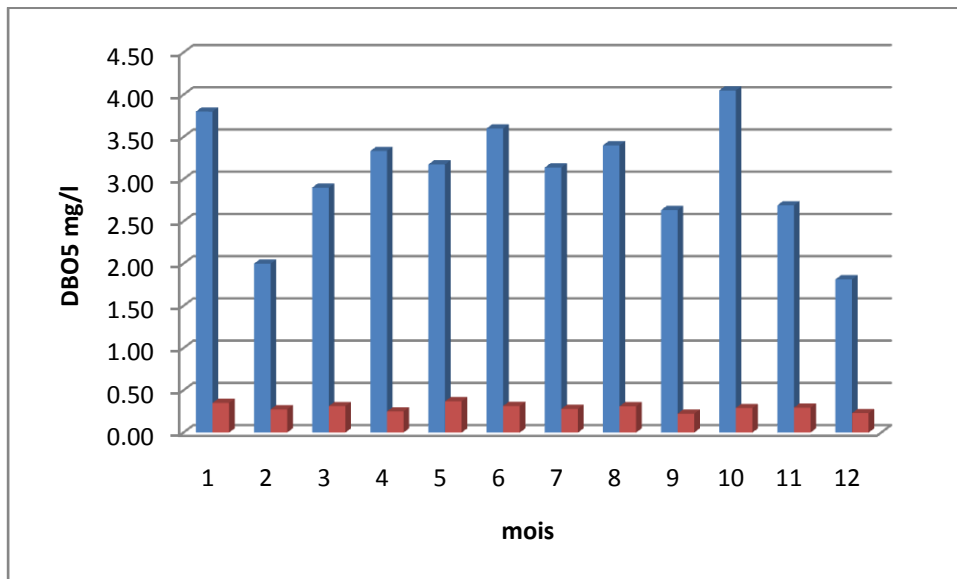


Figure IV-6: Variation mensuelle DBO5 des eaux de la STEP Touggourt.

#### IV-3 -4 Les paramètres de pollution d'azotée :

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes : azote organique (Norge), Azoteammoniacal (ammoniac  $\text{NH}_3$ , ion ammonium  $\text{NH}_4^+$ ), nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) [29]. L'évolution mensuelle des  $\text{N-NO}_3^-$  et  $\text{N-NO}_2^-$  de l'eau brute et de l'effluent traité est portée dans le tableau IV-1

Les valeurs des nitrates obtenues après analyses, varient entre 31.8 mg/l et 58.3 mg/l à l'entrée et de 2.10 mg/l à 8.70 mg/l au rejet, avec une valeur moyenne de 4.8 mg/l. on constate que les taux de nitrates ont augmenté considérablement au niveau des eaux épurées Par rapport aux eaux brutes. (Voir Tableau IV.9 et Figure IV.6)

Tableau IV-9: Variation mensuelle des teneurs en nitrates des eaux de la STEP Touggourt.

Concentration mois	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> à l'entrée (mg/l)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> à sortie (mg/l)	Le rendement (%)
Janvier	34,03	6,37	81,28
Février	39,25	6,4	83,69
Mars	36,64	6,38	82,59
Avril	34,67	4,6	86,73
Mai	35	3,70	89,43
Juin	35	8,70	75,14
Juillet	34,75	4,58	86,82
Août	31,83	3	90,57
Septembre	58,33	6,4	89,03
Octobre	53,33	2,70	94,94
Novembre	47,5	3,05	93,58
Décembre	42,33	2,10	95,04
Moyenne	40,22	4,83	87,99

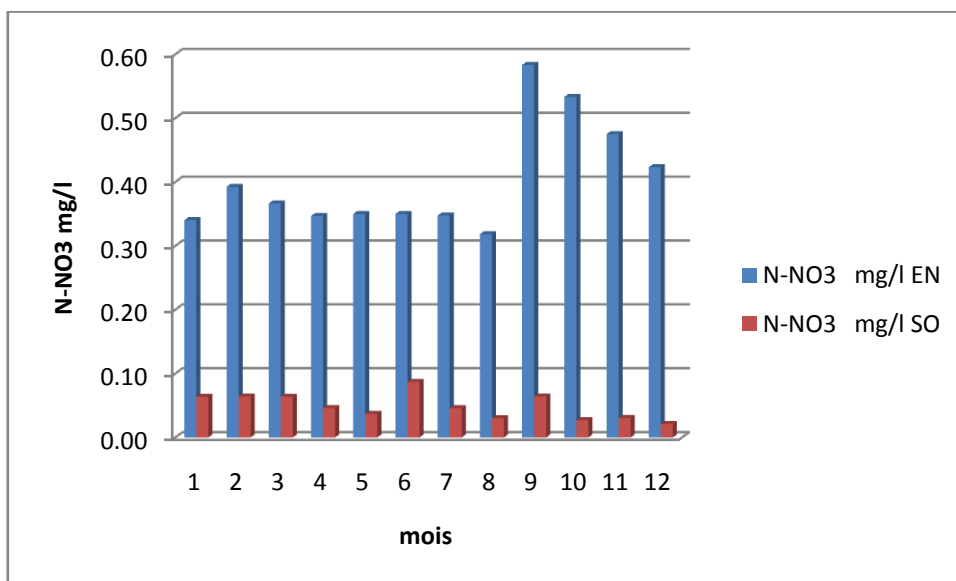


Figure IV-7: Variation mensuelle des teneurs en nitrates des eaux de la STEP Touggourt.

D'après les résultats obtenus (tableau IV.10 et Figure IV.7), au cours de la période d'étude, on remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.09 mg/l et 0.14 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.008 mg/l à 0.04 mg/l.

L'élimination biologique de l'azote s'organise selon deux phases successives qui sont la nitrification et la dénitrification des eaux résiduaires dans le bassin d'aération où les conditions favorables de pH, d'oxygène dissous et de la température se rencontrent. Conformément aux observations rapportées par [30].

Ces teneurs sont presque invariables durant les cycles suivants, les eaux épurées sont peu chargées en nitrates mais en moyenne restent inférieures aux normes algériennes des eaux destinées à l'irrigation (<50mg/l).

**Tableau IV-10:** Variation mensuelle des teneurs en nitrites des eaux de la STEP Touggourt.

Concentration mois	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> à l'entrée (mg/l)	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> à sortie (mg/l)	Le rendement (%)
Janvier	0,140	0,010	92,85
Février	0,100	0,040	60
Mars	0,120	0,030	75
Avril	0,120	0,030	75
Mai	MP	MP	MP
Juin	0,140	0,020	85,71
Juillet	0,110	0,020	81,81
Août	0,140	0,010	94,85
Septembre	0,110	0,008	92,72
Octobre	0,180	0,008	95,55
Novembre	0,090	0,008	91,11
Décembre	0,130	0,066	49,23
Moyenne	0,125	0,02	84%

MP: manque produits

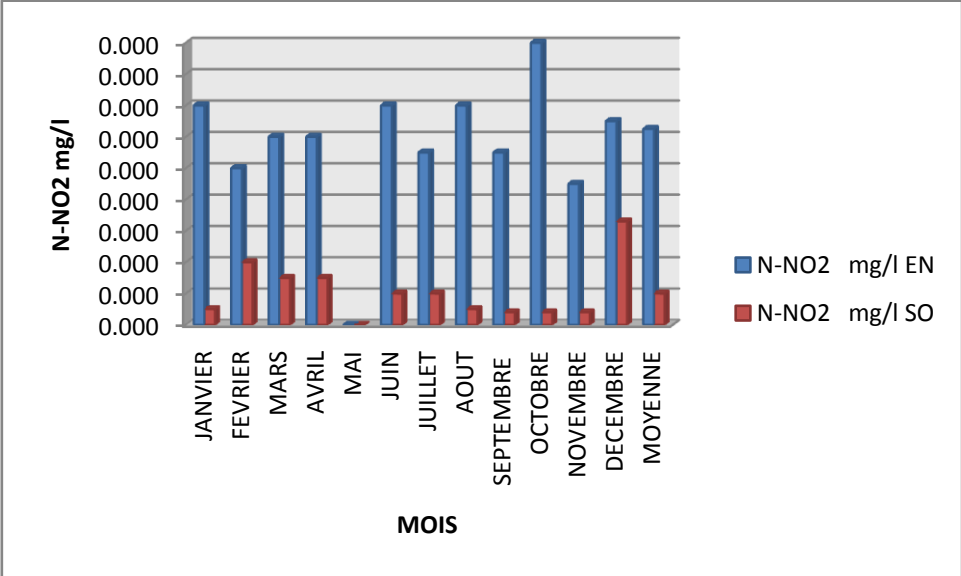


Figure IV-8: Variation mensuelle des teneurs en nitrites des eaux de la STEP Touggourt.

# *Conclusion*

## Conclusion générale

La présente étude représente la première expérience d'épuration des eaux usées urbaines dans la ville de Touggourt. Elle nous a permis d'une part, de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées, et d'autre part de vérifier le bon fonctionnement d'une filière d'épuration des eaux usées par boue active, et ce dans un contexte différent par le climat spécifique aride et leurs variations.

Les eaux usées produites par les habitants de la ville de Touggourt sont caractérisées par une forte charge organique (180 à 405 mg/L pour la DBO5).

Les résultats présentés montrent que le procédé à boue activée se révèle efficace dans le traitement des eaux usées résiduaires sous les conditions climatiques de la ville de Touggourt, si on considère la quantité physico-chimique de l'effluent traité, le système de traitement ne dépend pas en général la variation saisonnières.

On constate, une réduction de tous les paramètres caractérisant la charge organique DCO et DBO5 avec des pourcentages moyens annuels de 89.7% et 90.1% respectivement sont atteints. Cette réduction est opérée parallèlement à un abattement supérieur à 94.3% pour MES. Il faut noter que les effluents épurées sont riches en nutriments sur tout en azote ( $N-NO_3$  et  $N-NO_2$ ).

# *Bibliographie*



## Bibliographique

- [1] : ZOBEDI A. et BEBBA A. (2013) ; **Variations saisonnières** dans une station d'épuration des eaux urbaines par lagunage aéré, sous climat aride d'El-Oued Sud-Est **Algérie**. SIHE, Novembre 2013, Ouargla (Algérie).
- [2] OUDRA B., (1990); Bassins de stabilisation anaérobie et aérobie facultatif pour le traitement des eaux usées à Marrakech : Dynamique du phytoplancton (Microplancton et Picoplancton) et évaluation de la biomasse primaire. *Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech*. 124p.
- [3] : J.P.BECHAC-P.BOUTIN —B.MERLIER — P.NUER, traitement des eaux Usée, 2<sup>ème</sup> édition (nouveau tirage), Paris, 1987.
- [4] : Farid LADJAL, exploitation d'une station d'épuration à boues activées niveau 2, centre de formation au métier de l'assainissement CFMA-Boumerdes
- [5]: Jean-pierre BECHAC, Pierre BOUTIN, Bernard MERCIER, Pierre NUER, traitement des eaux usées 1984
- [6]: DEGRIMENT, mémento technique de l'eau, édition du cinquantenaire 10<sup>ème</sup> édition, 1995.
- [7] : Abdelkader GAÏD, Epuration biologique des eaux usées urbaine tome I, office de publication universitaires, Alger, 1984
- [8]: MOHAND SAID OUALI, cours des procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, édition: 2.10.4334, office des publication universitaires : 05-2001.
- [9] : <http://www.cnrs.fr/dégradation/11-pollution.htm>
- [10] : Oliver THOMAS, Métrologies des eaux résiduaires, édition CEREDOC, Sprl, liège 1995
- [11] Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie, état de l'art Edition technique et documentation, Lavoisier. 1992
- [12] : L'eau, de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. 2000
- [13] : J-paul BEAUDRY, « traitement des eaux » .France, 1984
- [14]: Office international de l'eau. CONCEPTION/DIMENSIONNEMENT/ Caractérisation des eaux usées, avril 2005.
- [15] : ministère de la santé , de la population et de réforme hospitalière . Arrêté interministériel du 2 janvier 2012. Journal officiel , n° 41 du 15 juillet 2012, pp18 – 21 .
- [16] :Satin MARC, Selmi BECHIR, Bourrier REGIS. Guide technique de l'assainissement, 3<sup>ème</sup> édition, Paris 2006.

- [17]: François .G.BRIERE, Distribution et collecte des eaux, 2<sup>ème</sup> édition, école polytechnique de Montréal, 2000
- [18]: Colloque Européen, la gestion de l'eau ; Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 4-6 Décembre 1990
- [19]: Jean-Claude BOEGLIN, inventaire des traitements d'eaux résiduaires, technique De l'ingénieur J3940, France ,2001.
- [20]: Satin MARC, Selmi BECHIR, Bourrier REGIS. Guide technique de l'assainissement, 3<sup>ème</sup> édition, Paris 2006.
- [21] :d'après le site internet de Cartel - <http://www.carteleau.org> - rubrique guide des services)
- [22] :Strecker, E.W., Kersnar J.M., Driscoll, E.D., Horner R.R. (1992), The use of wetlands for controlling stormwater pollution, EPA/600 Washington D.C.,The Terrene Institute.
- [23]:World Health Organization (WHO), (1987); Factors affecting treatment in ponds In Wastewater Stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria
- [24]:MARA D.D., SILVA S.A. & CEBALLOS B.S., (1979); Design verification for tropical oxidation ponds, *J. San. Engng. Div. Proc. Am. Soc. Civil Engrs.* 105: 151-155.
- [25] :RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.-P., CHAMBON P. & RODI L., (1996); Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 1383p.
- [26] : Journal officiel de république algérienne N° 41. Arrêté interministériel 2/01/2012, Fixant les spécification des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.
- [27]:SHILTON A., WALMSLEY N., PEARSON H., PATERSON C., CURTIS T., CRAGGS R., DAVIES-COLLEY R. & MARA D., (2005); Pond Treatment Technology, *IWA Publishing, London, Seattle*, 479p.
- [28]:OUDRA B., (1990); Bassins de stabilisation anaérobie et aérobie facultatif pour le traitement des eaux usées à Marrakech : Dynamique du phytoplancton (Microplancton et Picoplancton) et évaluation de la biomasse primaire. *Thèse de 3ème cycle, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech.* 124p.
- [29] :BLIEFERT C, PERRAUD R. (2001)-Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck , pp 317 à 477.
- [30] :KOLLER E. (2004)-Traitement des pollutions industrielles. Eau – air – déchets – sols – boues. Prais, Dunod, pp 424.
- [31] :Zidane, H., Zouiri, M. ( 2007), Traitement des eaux usées urbaines par procédé à boue activée.E.I.N. Interational- l'eau l'industrie, les nuisances.

[32] : défiguration des eaux de la région de Touggourt étude comparative et paramètre influents.  
mémoire magister ; université Ouargla