

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université M'HAMED BOUGUERRA - BOUMERDES**

**Faculté des hydrocarbures et de la chimie**

**DEPARTEMENT**

**GENIE DES PROCÉDES CHIMIQUE ET PHARMACEUTIQUE**



**MEMOIRE**

*De fin d'études*

*Pour l'obtention du diplôme de*

**MASTER**

**Domaine :** Sciences et technologie **Filière :** hydrocarbures  
**spécialité :** Génie des Procédés ; génie de l'environnement appliqué aux hydrocarbures

**Thème**

**ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX  
ÉPURÉES ISSUES DE LA STEP-HBK**

**Présenté Par:**

- ❖ Bouras Mehadji
- ❖ Gheibech Abdelkader

**Sous la direction de:**

Mme: B.Boubekeur

**Soutenu le 12/06/2016**

**Devant le jury:**

Président Mr. GHERBLA

Examinatrice Mme. DJADIA.

Encadreur Mme. BOUBEKEUR.B

**2015/2016**



## *Remerciement*

En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH qui nous a aidé et nous a donné de la patience et du courage durant ces longues années d'étude.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents pour leur soutien et leur patience, que Dieu les garde et les Bénie.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ces formidables années universitaires.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral de la Faculté de Hydrocarbure et Chimie (INH) et Mes plus vifs remerciements à Monsieur M.NABIEV Chef d'option GE et Monsieur A,BOUCENNA chef département GP pour leur aides .

Nous tenons à remercier sincèrement notre encadrante Mme B.BOUBEKEUR, qui elle est montrés à l'écoute de nos préoccupations et étaient disponibles tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous présentons nos sincères remerciements à Monsieur S. CHIKH et à Monsieur B.BABOUMOUSSA qui nous ont reçus dans leurs services et facilité notre partie d'étude pratique.

Nous n'oublions pas tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

## LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
Figure I.1.	Les différentes étapes de l'élimination de l'azote	09
Figure II.1.	Situation géographique de HBK	20
Figure II.2.	schéma principale de traitement secondaire	23
Figure II.3.	Schéma de station d'épuration des eaux usées	24
Figure II.4.	Schéma de station d'épuration des eaux usées	25
Figure II.5.	Schéma du bassin d'aération	29
Figure II.6.	Schéma du décanteur	31
Figure IV.1.	Variations hebdomadaires de la T des eaux de la STEP-HBK	48
Figure IV.2.	Variations hebdomadaires de pH des eaux de la STEP-HBK.	49
Figure IV.3.	Variations hebdomadaires de l'O <sub>2</sub> dissous de la STEP-HBK.	51
Figure IV.4.	Variations hebdomadaires de MES des eaux de la STEP-HBK.	52
Figure IV.5.	Variations hebdomadaires de turbidité des eaux de STEP-HBK.	53
FigureIV.6.	Variations hebdomadaires des NO <sub>3</sub> des eaux de la STEP-HBK.	54
Figure IV.7.	Variations hebdomadaires de PO <sub>4</sub> des eaux de la STEP-HBK.	56
Figure IV.8.	Variations hebdomadaires de DCO des eaux de la STEP-HBK.	57
Figure IV.9.	Variations hebdomadaires de DBO <sub>5</sub> des eaux de la STEP-HBK.	58

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEUX	Titres	Pages
Tableau I.1.	normes de rejets internationales	11
Tableau I.2.	des normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation.	11
Tableau I.2.	les normes de rejets des effluents liquides selon le JORAD.	12
Tableau IV.1.	La conductivité électrique de l'eau avant et après traitement	50
Tableau IV.2.	Variations hebdomadaires de NO <sub>2</sub> des eaux de la STEP-HBK.	55
Tableau IV.3.	Le rapport DCO/DBO <sub>5</sub> de l'eau avant et après traitement	59

## LISTE DES PHOTOS

PHOTOS	Titres	Pages
Photo II.1.	Station d'épuration HBK	22
Photo II.2.	Dégrilleur	27
Photo I.3.	dessableur-déshuileur	28
Photo II.4.	Bassin d'aération	30
Photo II.5.	Décanteur (Clarificateur).	31
Photo II.6	Bassin de chloration	33
Photo II.7.	Epaississeur	33
Photo II.8.	Lit de séchage	34
Photo III.1	. pH mètre de type hanna-8424-	38
Photo III.2.	Thermomètre	39
Photo III.3.	Spectrophotomètre 'DR 2000'	40
Photo III.4.	DBO mètre OxiTop	43

## LISTE DES ABREVIATIONS

**CE** Conductivité Electrique.

**DBO<sub>5</sub>** Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours

**DCO** Demande Chimique en Oxygène

**FAO** Food and Agriculture Organisation

**HBK** Haoud Berkaoui

**MES** Matières en suspension

**OMS** Organisation Mondiale de la Santé

**STEP** Station d'Épuration des Eaux Usées.

**FTU** Formazine Turbidité Unite

**µS** Micro semence

**ISO** : Organisation Internationale de normalisation.

**pH** : potentiel d'Hydrogène.

**AFNOR**: l'Association française de Normalisation

**JORAD**: Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique

# Sommaire

## REMERCIEMENTS

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction..... 1

## Chapitre I : les eaux usées

I.1 Généralité ..... 3

I.2. Types d'eaux usées..... 3

I.3. Origine des eaux usées..... 3

I.3.1. Les eaux usées domestiques ..... 3

I.3.2. Les eaux usées industrielles..... 3

I.3.3. Les eaux usées pluviales ..... 4

I.3.4. Les eaux usées de ruissellement agricole..... 4

I.4. Caractérisation des eaux usées..... 5

I.4.1. La température ..... 5

I.4.2. Le pH ..... 5

I.4.3.La Conductivité..... 6

I.4.4. L'oxygène dissous..... 6

I.4.5. Matières en suspension (MES) ..... 7

I.4.6.La turbidité..... 7

I.4.7. Demande biochimique en oxygène (DBO) ..... 7

I.4.8. La demande chimique en oxygène (DCO) ..... 8

I.4.9. Les matières azotées ..... 8

I.4.10. Matières phosphatées..... 10

I.5. Norme de rejet..... 11

I.5.1. Normes internationale..... 11

I.5.2. Norme nationale selon le JORAD..... 12

I.6. traitements des eaux usées..... 13

I.6.1. But d'une station d'épuration ..... 13

I.6.2. Les grandes étapes du traitement ..... 14

I.6.2.1. Le prétraitement .....	14
I.6.2.2. Le traitement primaire.....	14
I.6.2.3. Le traitement secondaire.....	15
I.6.2.4. Le traitement tertiaire.....	17
I.6.2.5. Le traitement des boues.....	17

## **Chapitre II : Présentation de site**

<b>II.1.Présentation de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui .....</b>	<b>20</b>
II.1.1.Situation géographique.....	20
II.1.2.La nature des rejets de Haoud Berkaoui .....	21
II.1.3. Service Environnement .....	21
<b>II.2. Station d'épuration des eaux usée STEP .....</b>	<b>22</b>
II-2-1- Description de la station.....	24
II.2.2. Description du processus de fonctionnement de la station .....	26
II.2.2.1. Principe de traitement.....	26
II.2.2.2. Arrivée des eaux brutes.....	26
II.2.2.3. Le prétraitement.....	26
II.2.2.4.Traitement secondaire.....	29
II.2.2.5. Poste de recirculation des boues.....	32
II.2.2.6.Les boues en excès.....	32
II.2.2.7. La désinfection des eaux.....	32
II.2.2.8.L'épaississement des boues.....	33
II.2.2.9.Les lits de séchage.....	34

## **Chapitre III : matériels et méthodes**

<b>III.1.Echantillonnage.....</b>	<b>36</b>
<b>III.2.Techniques d'analyse chimique des eaux usées .....</b>	<b>36</b>
III.2.1-Méthodes analytiques utilisées.....	37
III.2.1.1.Le pH.....	38
III.2.1.2.Détermination de la Conductivité électrique (CE).....	38
III.2.1.3.La température.....	39
III.2.1.4.Détermination de la Turbidité.....	39
III.2.1.5. L'oxygène dissous.....	41

III.2.1.6.Détermination de DCO.....	41
III.2.1.7. La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	42
III.2.1.8.Les matières en suspension (M.E.S).....	43
III.2.1.9.Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	44
III.2.1.10.Les nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	45
III.2.1.11.Le phosphore (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	46

## **Chapitre IV : Résultat et discussion**

<b>IV.1.Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux traitée.....</b>	<b>48</b>
IV.1.1. La température .....	48
IV.1.2. Le pH .....	49
IV.1.3.Détermination de la Conductivité électrique (CE).....	50
IV.1.1.4. L'oxygène dissous.....	51
IV.1.5. Les matières en suspension (MES).....	52
IV.1.1.6. La turbidité.....	53
IV.1.7.Les nitrates .....	54
IV.1.8.Les nitrites .....	55
IV.1.9. Pollution phosphorée.....	56
IV.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO).....	57
IV.1.11. La demande biologique en oxygène (DBO5).....	58
IV.1.12. Le rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	59
<b>IV.2.Conclusion sur les résultats des analyses.....</b>	<b>59</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>63</b>



***INTRODUCTION***



## Introduction

Pour chaque individu, l'eau n'a pas la même valeur. Elle est utile pour le travail des hommes, elle ne cesse de fasciner les scientifiques grâce à ces propriétés chimiques et physiques uniques et incroyables. Pour la majorité des êtres humains, elle constitue une ressource vitale, rare et difficile à prélever. Au contraire, pour d'autres, cette boisson abondante, utilisée naturellement chaque jour, elle est devenue une habitude normale et banale. Certains la gaspillent, d'autres la vénèrent. L'eau est une source de vie et un objet de culte depuis les origines de l'homme. L'eau est une source de travail, un produit de l'économie et un élément majeur de l'environnement

Lorsque l'homme utilise l'eau il ne fait pas que la consommer, mais il en rejette une partie dans l'environnement. C'est ce que l'on appelle l'eau usée. Cette eau usée peut contenir différents polluants. On a donc tout d'abord commencé à la traiter pour des raisons sanitaires. Les premiers réseaux d'évacuation des eaux usées remontent à l'antiquité. Au XIXe siècle les premiers systèmes de traitement de ces eaux ont vu le jour, les premiers objectifs étaient alors sanitaires, hygiéniques et l'amélioration du confort. La prise de conscience écologiste des années 70-80 a permis de prendre en compte l'impact environnemental des eaux usées : il a alors fallu éliminer de nombreux polluants chimiques, dont certains étaient encore inconnus [1].

La présence de ces nombreuses impuretés de différentes natures impose le traitement des eaux avant utilisation, pour les rendre aptes aux applications envisagées, ou après utilisation pour éviter tout dommage aux personnes et à l'environnement.

L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs et dans l'agriculture peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité.

Actuellement et avec l'avènement de nouvelles lois sur la protection de l'environnement SONATRACH a pris conscience de l'importance de l'environnement et sa protection et s'est engagée à instaurer une politique de gestion de l'environnement en conformité avec la législation et la réglementation en la matière.

Pour cela, la base de vie du Haoud Barkaoui s'est engagée à prendre en charge les aspects environnementaux dont la gestion des rejets liquides générés par utilisation quotidien de la vie humain (restaurations douche lavage toilettes.....) .

L'étude que nous présentons est une contribution à l'évaluation de la qualité des eaux épurées issues de la STEP-HBK, dans une perspective d'utilisation en irrigation des espaces verts de la base de vie de la Direction Régionale Haoud Berkaoui, localisée dans la wilaya de Ouargla.

Notre mémoire s'articule autour de trois parties principales dont :

- la première partie expose une synthèse bibliographique présentant les définitions et les concepts sur les eaux usées, les procédés d'épurations des eaux usées, les caractéristiques et les normes des eaux usées épurées.
- La deuxième partie présente les sites étudiés et les étapes de traitements adoptés.
- La troisième partie présente les protocoles d'analyses utilisés.
- La quatrième partie présente les résultats et l'interprétation des analyses obtenus.

Enfin, on termine par une conclusion générale.



*CHAPITRE: I*

*Les eaux usées*

## **I.1 Généralité**

Les eaux de surfaces constituent un écosystème où règne une communauté d'êtres vivants qui établissent des relations et interactions entre eux et leur milieu. Dans ce fragile équilibre, un seul facteur de l'écosystème est modifié, et c'est l'équilibre qui est perturbé. C'est ainsi que la présence ou la surabondance d'un élément dans un écosystème dont il est normalement absent constitue une pollution. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants. Ces polluants s'ils se retrouvent directement dans les milieux naturels perturbent les écosystèmes. Les eaux usées nécessitent d'être traitées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, la protection de l'environnement en dépend.

## **I.2. Types d'eaux usées**

La classification des eaux usées s'appuie sur leurs origines :

1. les eaux usées domestiques.
2. les eaux usées industrielles.
3. les eaux de pluie et de ruissellement dans la ville.
4. les eaux de ruissellement dans les zones agricoles.

## **I.3. Origine des eaux usées**

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles [2]. Ces eaux proviennent de quatre sources principales :

### **I.3.1. Les eaux usées domestiques**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en eau ménagère qui a pour origine les salles de bain et les cuisines, elles sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, et de débris organiques. Il s'agit aussi des rejets des toilettes, chargées de diverses

matières organiques azotées et de germes fécaux. La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée entre :

70 à 90 grammes de matières en suspension.

60 à 70 grammes de matières organiques.

15 à 17 grammes de matières azotées.

4 grammes de phosphore.

plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

### **I.3.2. Les eaux usées 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 contiennent également des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

### **I.3.3. Les eaux usées pluviales**

Normalement les eaux pluviales ne sont pas forcément polluées. Elles ne sont considérées comme des eaux usées que si elles sont mélangées avec des effluents urbains au niveau des égouts de type unitaire. Elles sont de même nature que les rejets domestiques et peuvent contenir en plus des éléments toxiques.

### **I.3.4. Les eaux usées de ruissellement agricole**

Il s'agit de rejets liquides agricoles issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraîne des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

#### **I.4. Caractérisation des eaux usées**

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). 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 en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives.

##### **I.4.1. La température :**

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et la détermination du pH. Donc cette grandeur physique permet de déceler les conditions extrêmes préjudiciables au bon fonctionnement du processus biologique.

L'élévation de la température au cours du temps est influencée par la température atmosphérique. Elle s'accompagne d'une modification de la densité qui décroît lorsque la température croît, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (l'évaporation) et d'une diminution de la solubilité du gaz ( $O_2$ ) [3].

##### **I.4.2. Le pH :**

Le pH est la mesure du caractère acide ( $1 < \text{pH} < 7$ ) ou basique ( $7 < \text{pH} < 14$ ) des eaux usées. En général, l'activité biologique se situe entre 6.5 et 8.5 unités de pH. En dehors de cet intervalle, le pH affecte la vie aquatique et par conséquent influence l'autoépuration du milieu naturel, dont le pH est souvent de l'ordre de 7.5 à 8 le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie [4].

Le pH alcalin et la température modérée constituent des conditions de milieu idéales pour la prolifération des microorganismes qui établissent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau [5].

### **I.4.3. La Conductivité**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup>.

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

La variation de ce paramètre pour une même agglomération, et sa comparaison avec la conductivité de l'eau distribuée, permettent de conclure sur une variation de charge polluante. Pour une même eau distribuée, tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité. 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 traitée [4].

### **I.4.4. L'oxygène dissous**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mgO<sub>2</sub>/l.

Les variations de la teneur en oxygène pouvant être fonction de la présence d'algues, de matières organiques oxydables, d'organismes et de germes aérobies [6]. Quand la température s'élève, la teneur en oxygène diminue en raison de sa plus faible solubilité, mais aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants (protozoaires, métazoaires, algues,...) et les bactéries qui se multiplient [7].

#### **I.4.5. Matières en suspension (MES) :**

C'est la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau. Les MES sont responsable d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui entraîne une diminution l'activité photosynthétique.

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable [8]

La présence de matière en suspension dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière en suspension dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes [8]. Enfin, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation [9].

#### **I.4.6.La turbidité**

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

#### **I.4.7. Demande biochimique en oxygène (DBO) :**

Les phénomènes d'autoépuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes. La demande biologique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. C'est un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de la pollution organique biodégradable. Par convention, la DBO<sub>5</sub> est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation.



#### **I.4.8. La demande chimique en oxygène (DCO) :**

DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques y compris les matières biodégradables et non biodégradables par voie chimique.

Les teneurs en matière organique exprimée par la DCO et la DBO<sub>5</sub> contenues dans les eaux usées sont dominées par les acides gras volatiles [10].

Vu la simplicité de mesure de DCO et sa précision, il s'est avéré nécessaire de développer des corrélations entre la DBO<sub>5</sub> et la DCO ainsi le rapport DCO/ DBO<sub>5</sub> des eaux usées urbaines est proche de 2, le rapport DCO/ DBO<sub>5</sub> des effluents domestiques est de 1,9 à 2,5.

#### **I.4.9. Les matières azotées :**

L'azote est présent dans les effluents sous différentes formes: azote organique (N<sub>org</sub>), azote ammoniacal (ammoniac NH<sub>3</sub>, ion ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrites (NO<sub>2</sub>) [11].

En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

##### **I.4.9.1. L'azote**

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniac, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total [6].

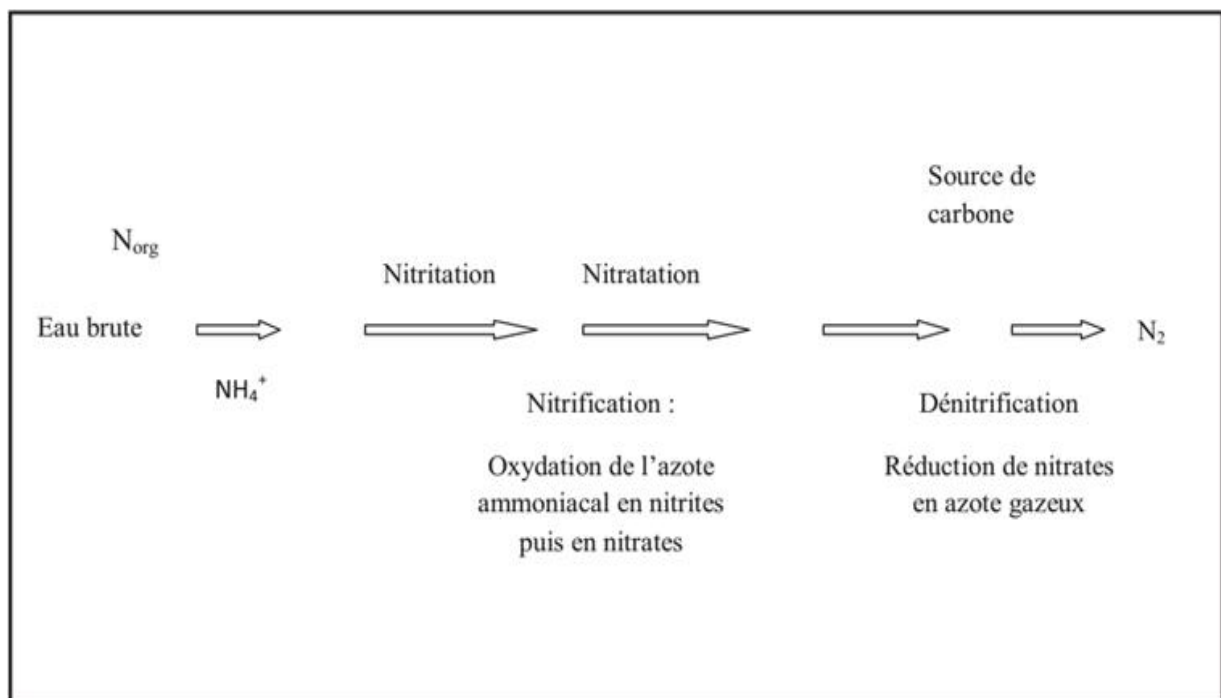
L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. On estime environ 13g/jour d'azote rejeté par un être humain adulte, sous forme essentiellement organique, présent dans l'urine [12].

##### **I.4.9.2. Les nitrates**

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les

eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. C'est donc sous les formes organiques et ammoniacales que l'azote est présent dans les eaux usées que devront traiter les stations d'épuration. Ainsi, le transfert dans l'égout, véritable réacteur biologique, entraîne la réduction de ces nitrates, essentiellement en azote gazeux [13].

L'élimination biologique de l'azote s'organise selon deux phases successives que sont la nitrification et la dénitrification.



**FigureI.1. Les différentes étapes de l'élimination de l'azote [14].**

La nitrification consiste en l'oxydation de l'azote organique sous forme d'un ammoniac ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) puis en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) par l'intermédiaire de micro-organismes autotrophes :



La dénitrification est un processus dans lequel certaines bactéries réduisent l'azote nitrique en un état plus faible d'oxydation.

Les équations globales simplifiées peuvent s'écrire :

- La nitrification en phase **aérobie** :



- La dénitrification en phase **anaérobie** :



#### I.4.9.3. Les nitrites

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque où la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant à des températures élevées [13].

#### I.4.10. Matières phosphatées :

C'est la quantité de phosphore total contenu dans l'eau sous diverses formes : poly-phosphates, organo-phosphates et ortho-phosphates.

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparé analytiquement en ortho-phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de  $\text{PO}_4$  ou de  $\text{P}_2\text{O}_5$   
 $1\text{mg/L PO}_4 = 0,747\text{ mg/L P}_2\text{O}_5 = 0,326\text{ mg/L P}$  [6].

L'origine du phosphore dans les eaux usées domestiques est déduite de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation [15]. Il provient du métabolisme humain ; un homme excrète entre 1 et 2 grammes de phosphore par jour ce qui représente 30 à 50% du phosphore total [16]; et les rejets de détergents qui sont à l'origine de 50 à 70% du phosphore.

Ces détergents et en particulier, les lessives, utilisent des poly-phosphates pour lutter contre la dureté de l'eau, faciliter l'émulsion des graisses et maintenir la salissure en suspension. Les poly-phosphates sont ensuite rejetés au cours du rinçage et ont tendance à s'hydrolyser en phosphates dans les eaux usées [3].

**I.5. Norme de rejet :****I.5.1. Normes internationale [17]**

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées.

**Tableau I.1. normes de rejets internationales**

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
pH	6.5-8.5
DBO <sub>5</sub>	< 30 mg/l
DCO	<90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 0.5 mg/l
NO <sub>2</sub>	1 mg/l
NO <sub>3</sub>	< 1 mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 2 mg/l
Température	< 30 °C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

**Tableau I.2. des normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation [8][17].**

Paramètres	Normes
pH	6.5-8.5
Conductivité électrique	< 3 ms/cm
DCO	<40 mg/l
DBO <sub>5</sub>	< 30 mg/l
MES	< 70 mg/l
NO <sub>2</sub>	< 1 mg/l
NO <sub>3</sub>	< 50 mg/l
PO <sub>4</sub>	< 0.94 mg/l

**I.5.2. Norme nationale selon le JORAD [18] :**

Les normes de rejets des effluents industriels résultent de la loi n° 83 -17 du 16 Juillet 1983 portant code des eaux, de l'ordonnance n° 96-13 du 15 Juin 1996 modifiant et complétant la loi n° 83-17, du décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides des industriels et du décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 de la république algérienne démocratique définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

**Tableau I.2.**les normes de rejets des effluents liquides selon le JORAD.

Caractéristiques	Normes utilisées
pH	6.5-8.5
DBO <sub>5</sub>	< 30 mg/l
DCO	<120 mg/l
MES	< 35 mg/l
Azote Total	< 30 mg/l
Phosphore Total	< 10 mg/l
Température	< 30 °C
Furfural	< 50 mg/l
Hydrocarbures	< 10 mg/l
Plomb	< 0.5 mg/l
Fer	< 3 mg/l
Mercure	< 0.01 mg/l
Cuivre	< 0.5 mg/l
Zinc	< 3 mg/l

## **I.6. traitements des eaux usées:**

### **I.6.1. But d'une station d'épuration**

L'importance de la pollution des eaux exige de nos jours une épuration pour éviter que les effluents pollués ne provoquent une destruction totale des écosystèmes aquatiques.

Il s'agit d'abord de débarrasser l'eau des éléments solides maintenus en suspension. Dans une station d'épuration STEP, c'est le traitement primaire qui s'en charge. Il consiste en l'élimination des déchets par des moyens physique ou physico-chimiques.

Il faut ensuite réaliser l'épuration biologique des eaux. Celle-ci a pour objet principal d'éliminer la pollution par des matières organiques en faisant appel à des bactéries aérobies qui dégradent rapidement par voie oxydative les composés organiques contaminant l'eau. Ce procédé permet d'éliminer la pollution organique, cause de l'asphyxie des rivières polluées. Les micro-organismes constituent des agents de dégradation d'une activité pratiquement illimitée. Ils sont capables de transformer nombre de molécules organiques ou minérales grâce à leur extrême richesse en enzymes qui catalysent les réactions nécessaires d'une part, à leur respiration, d'autre part à la synthèse de la matière vivante par biodégradation du milieu.

L'accent est mis aujourd'hui sur les micropollutions constituées par de faibles résidus de matières " toxiques ". De plus en plus, un traitement tertiaire a pour objet d'éliminer les sels minéraux nutritifs, résidus inévitables de l'épuration des eaux polluées de matières organiques. Ce sont les nitrates et les phosphates, cause de la dystrophisation des milieux aquatiques (dont l'activité biologique est ralentie en cause la pauvreté des milieux en oxygène et en bactéries actives) [19].

## **I.6.2. Les grandes étapes du traitement**

Les quatre étapes principales du traitement sont détaillées dans les paragraphes suivants.

### **I.6.2.1. Le prétraitement**

Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

Il comprend :

- Le dégrillage : pour retenir les déchets volumineux à l'aide d'une succession de grilles (2 à 4) de plus en plus fines. Les résidus recueillis sont déposés en décharge;
- Le dessablage : pour prévenir les dépôts dans les canalisations, protéger les organes mécaniques (pompes) contre l'abrasion et éviter de perturber les autres étapes de traitement. Les sables, recueillis généralement par raclage en fond de bassin, sont recyclés ;
- Le dégraissage-déshuilage : pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras. Effectuée dans le même bassin que l'étape de dessablage, la récupération des graisses et huiles se fait en surface. Les composés collectés seront alors incinérés (cas du traitement d'un effluent urbain) ou recyclés pour la fabrication de savons ou détergents (cas de certains effluents industriels) en fonction de leur qualité[20].

### **I.6.2.2. Le traitement primaire**

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables.

Trois voies de traitement sont possibles :

- La décantation (processus physique) : le principe de séparation solide-liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent à se séparer du liquide par sédimentation.

- La flottation (processus physique) : par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient.

- La décantation associée à l'utilisation d'un coagulant-floculant (voie physicochimique) : le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension

grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon à augmenter la sédimentation grâce à l'obtention de floccs plus gros.

Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des matières en suspension pouvant atteindre 90 % et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35 % [21]. La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement. Les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires [20].

### **I.6.2.3. Le traitement secondaire**

Le traitement secondaire a pour objectif principal l'élimination des composés solubles d'origine organique. Parallèlement, la floculation de la biomasse permet de piéger les matières en suspension restant à l'issue du traitement primaire.

Le principe de ce traitement est de mettre en contact la matière organique contenue dans les eaux usées avec une population bactérienne. Celle-ci assimile alors la matière organique pour son propre développement. Ces dispositifs permettent d'intensifier et de localiser sur des surfaces réduites les phénomènes de transformation et de dégradation des matières organiques tels qu'ils se produisent en milieu naturel. Ils sont la reconstitution d'un écosystème simplifié et sélectionné faisant intervenir une microflore bactérienne et une microfaune de protozoaires et de métazoaires [20].

Les procédés de traitement secondaires sont fondés sur la digestion microbienne à la fois en présence ou en absence d'oxygène pour réduire la concentration en matières organique [22]. Plusieurs techniques peuvent être distinguées, le choix de l'une ou l'autre est fonction de l'emplacement disponible pour le procédé de traitement, de la charge de l'effluent et de la quantité de pollution à traiter.

Du fait que les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, les procédés biologiques de traitements, peuvent être classés en procédés aérobie et anaérobie [23].



### I.6.2.3.1. L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification.

Contrairement à la matière organique, l'élimination de l'ammoniaque n'est possible qu'en présence d'oxygène. La réaction d'oxydation n'est réalisée que par un nombre très limité d'espèces bactériennes strictement aérobies, les bactéries nitrifiantes. L'oxydation de l'ammoniac en nitrates s'effectue en deux étapes :

- $\text{NH}_3$  est d'abord converti en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) par des bactéries du genre *Nitrosomonas*.
- Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) par des bactéries du genre *Nitrobacter*

Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "strippage" de l'ammoniaque, mais ces traitements ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût [3].

### I.6.2.3.2. L'élimination du phosphore

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

En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation.

La déphosphatation biologique, de développement récent, est basée sur la succession de phases anaérobies et aérobies au cours du traitement biologique mais son rendement est en générale moins bon que celui de la déphosphatation physico-chimique.

#### **I.6.2.4. Le traitement tertiaire**

##### **I.6.2.4.1. - La désinfection**

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) [3] ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

- Le chlore : est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes [24]. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont : le chlore gazeux ( $\text{Cl}_2$ ), l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) appelé communément "eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), le chlore de chaux ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{OCl}_2$ ) et le chlorite de sodium ( $\text{NaClO}_2$ ) [25].

- L'ozone ( $\text{O}_3$ ) : est un oxydant puissant, la désinfection par l' $\text{O}_3$  est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus [26].

##### **I.6.2.5. Le traitement des boues**

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc :

- De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives,
- D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physico-chimiques. L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau.

### **I.6.2.5.1 Epaissement des boues**

Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin de réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation.



*CHAPITRE: II*  
*PRESENTATION DE*  
*SITE*

## II.1.Présentation de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui

### II.1.1.Situation géographique :

Sur la route RN49, reliant Ghardaïa à Hassi Messaoud, à 35 km d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier. Il s'agit de la Direction Régionale Haoud Berkaoui, située à 772 km au sud d'Alger, à 35 km au nord-ouest d'Ouargla et à 100 km à l'ouest de Hassi Messaoud. Elle est constituée essentiellement de trois champs principaux : Haoud Berkaoui, Guellala, Benkahla et de plusieurs champs périphériques. tels que Draâ Et-Tamra (DRT), Mellela, Heniet-El-Baida (HEB), Bab-ElHattabat (BHT), Mokh-El-Agroub (KG), Gellala nord-est (GLANE), N'goussa, Sahane, Takhoukht, Boukhzana, Ouarsenis,..etc.

Il existe deux centres principaux de production, situés à Haoud Berkaoui et Guellala et trois centres satellites à BKH, GLANE et DRT

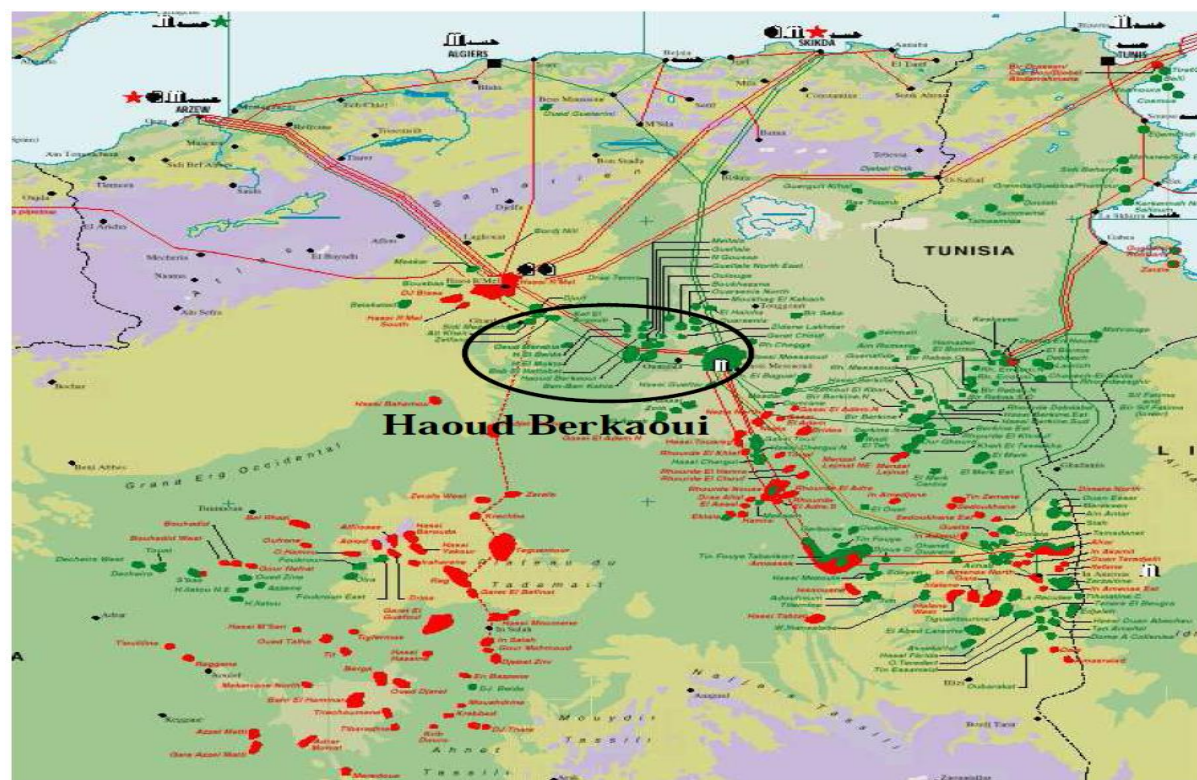


Figure II.1.Situation géographique de HBK

### **II.1.2. La nature des rejets de Haoud Berkaoui**

La direction régionale de Haoud Berkaoui habitée par près d'un millier d'habitants, est constituée d'un noyau urbain et une base industrielle.

#### **II.1.2.1. Les rejets domestiques**

La consommation d'eau potable de la région est environ de 250 l/habitant/jour. Les eaux résiduaires urbaines sont représentées par les rejets des 28 villas, la base de vie, cuisine et complexe restaurant et la buanderie.

#### **II.1.2.2. Les rejets industriels**

Ces eaux sont représentées par des eaux de lavage, les eaux de vidange contenant des huiles de lubrification (moteurs, pompes, machines et véhicules), les eaux huileuses de purge des séparateurs du pétrole et bacs de stockage (contenant du pétrole en émulsion et les matières en suspension (les sédiments, paraffine,....etc.) et les eaux contenant des produits chimiques du laboratoire tels que les acides (chlorhydrique et sulfurique), les bases (la soude caustique,....etc.)

### **II.1.3. Service Environnement :**

La Direction Régionale HBK à fournis beaucoup d'efforts dans le domaine de la protection de l'environnement, cette région est dotée de trois stations de déshuilage, d'une unité de récupération de gaz associés (RGA), d'une station d'épuration d'eaux usées (STEP) et un centre d'enfouissement technique(CET).

#### **II.1.3.1. Les principaux plans d'action de la Service Environnement sont :**

- Gestion et traitement des rejets liquides.
- Gestion déchets.
- Gestion des produits chimiques
- Emissions atmosphériques
- Traitement des bourbiers

**II.1.3.2. Les principales tâches de l'ingénieur Environnement :**

- Gestion et traitement des différents types de pollution
- La veille réglementaire. Garantir l'application de la réglementation relative à l'environnement dans l'entreprise.
- Faire des inspections et des constats environnementaux sur toutes les Installations de la direction Régionale.
- Organisation et suivi continue de la gestion déchets
- Faire des rapports d'inspection en photographiant le problème après réaliser
- Suivi des installations relatives à l'environnement.
- Proposer des solutions pour réduire la pollution.

**II.2. Station d'épuration des eaux usée "STEP" :**



Photo II.1. Station d'épuration HBK

L'eau usée domestique rejetée directement dans la nature provoque une dégradation sérieuse de celle-ci, notamment par la pollution du sol, sous-sol et des nappes d'eau souterraines.

C'est pour éviter ce type de conséquences que SONATRACH s'investit de plus en plus dans le domaine de protection de l'environnement, et dans ce cas par la création d'une station d'épuration des eaux usées domestiques afin de traiter l'eau, et l'utiliser à des fins d'irrigation des espaces vert au sein de la base de vie.

Le débit max de la station de HBK est de  $300 \text{ m}^3/\text{j}$  soit  $1300 \text{ eq/H}$

L'épuration se fait par le procédé de boue activée et la station fonctionne à faible charge.

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

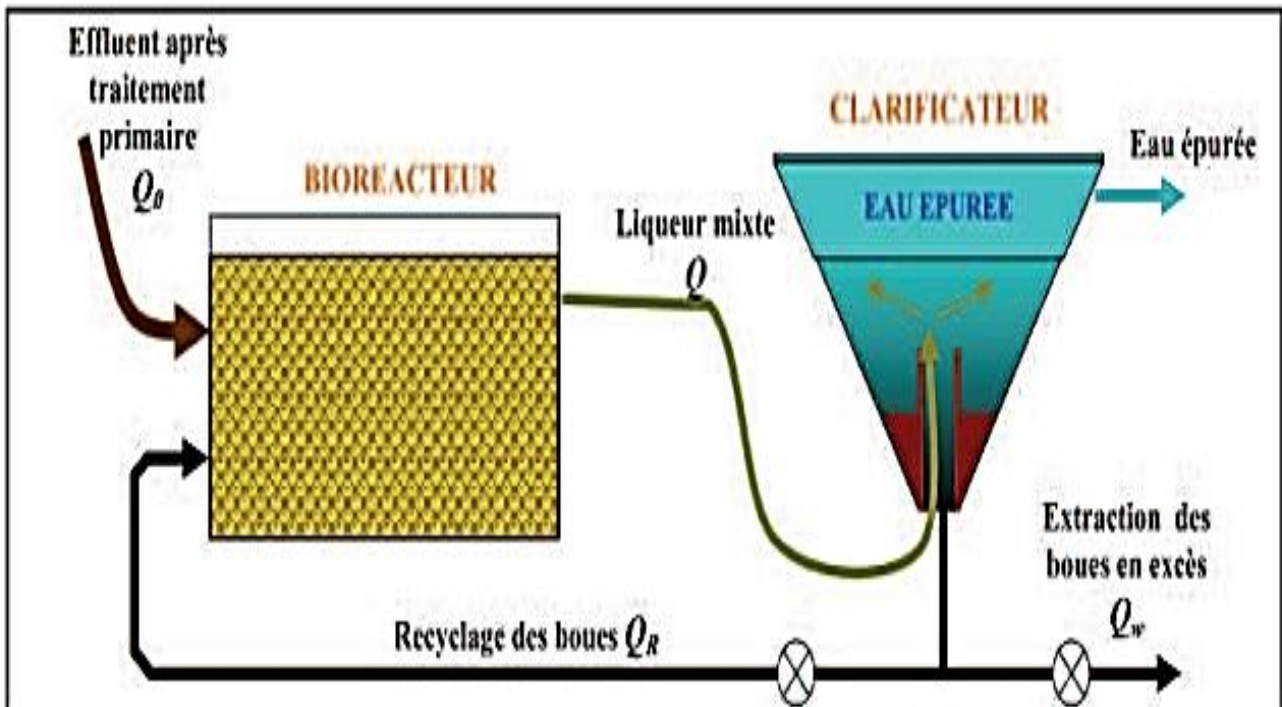


Figure II.2. schéma principale de traitement secondaire



**II-2-1- Description de la station :**

Le principe de traitement adopté est celui d'une épuration biologique par boues activées à faible charge (Aération prolongée). Voir le schéma suivant :

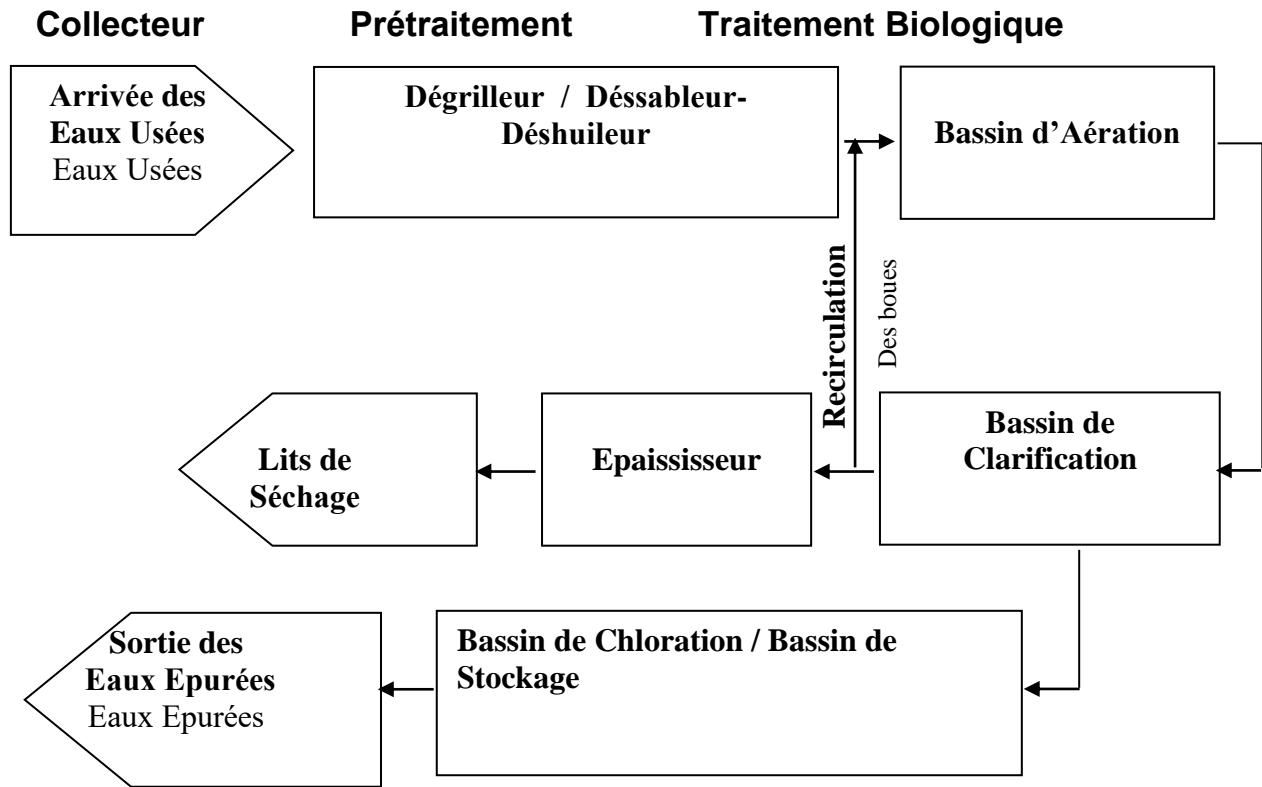


Figure II.3. Schéma de station d'épuration des eaux usées

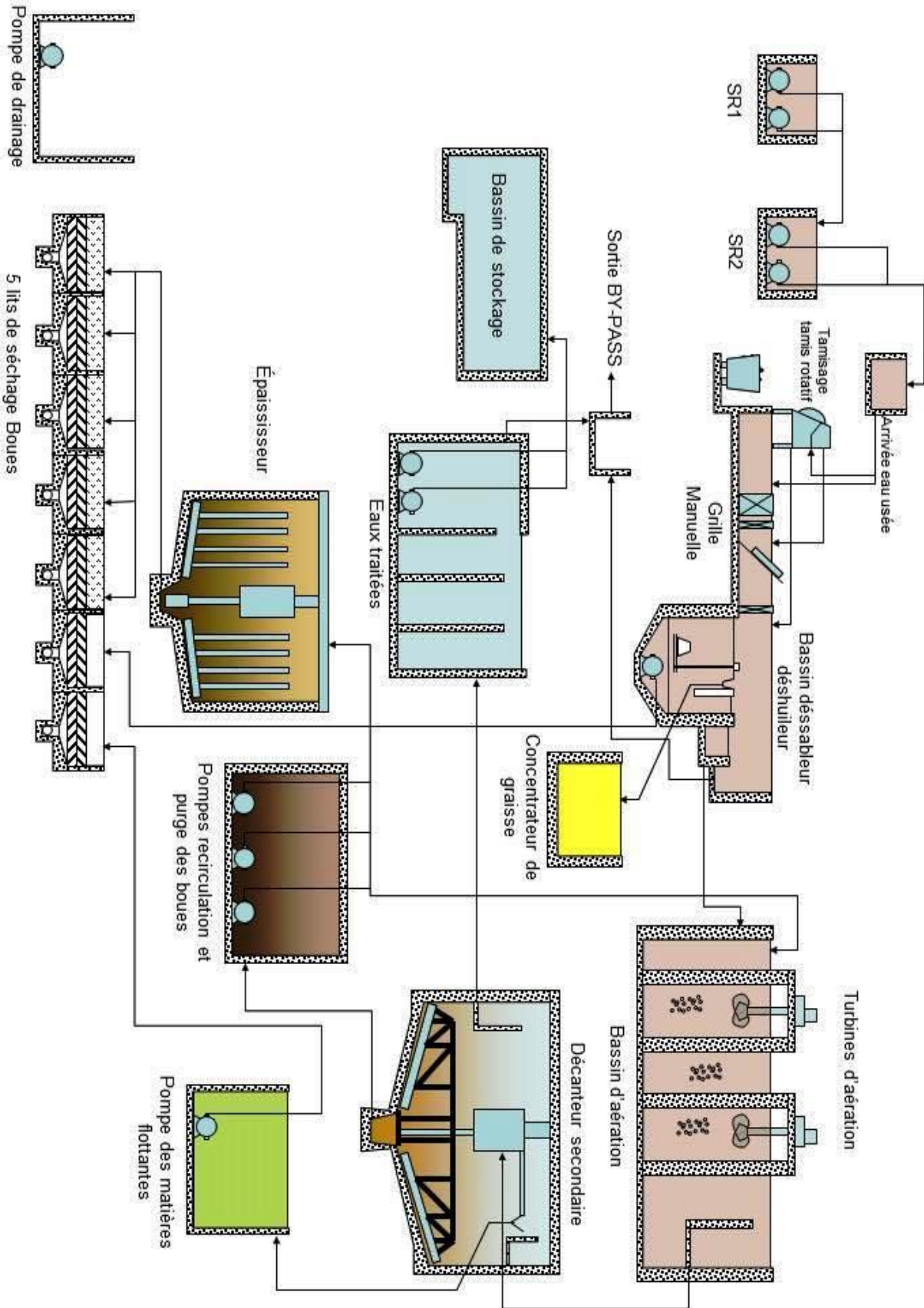


Figure II.4. Schéma de station d'épuration des eaux usées

## **II.2.2. Description du processus de fonctionnement de la station :**

### **II.2.2.1. Principe de traitement :**

Traitement par épuration biologique par boues activées selon les étapes ;

- a) Arrivée de l'eau brute domestique.
- b) Tamisage.
- c) Dessablage, déshuilage.
- d) Aération et formation des boues activées.
- e) Clarification des eaux.
- f) Désinfection des eaux traitées.
- g) Recirculation des boues.
- h) Épaississement des boues.
- i) Évacuation des boues fraîches vers les lits de séchage.
- j) Déshydrations des boues.
- k) Réutilisation des eaux traitées.

### **II.2.2.2. Arrivée des eaux brutes**

Les eaux brutes sont acheminées vers les ouvrages de la station par deux postes de pompage en série SR1 et SR2.

### **II.2.2.3. Le prétraitement :**

pour le but d'éliminer tout ce qui va gêner le traitement.

Les eaux usées arrivent au collecteur, subissent la première opération du prétraitement qui est le tamisage, où les gros déchets sont retenus et stockés dans un bac, ensuite ces eaux passent par la phase, Dessablage-Déshuilage où la séparation du sable et des huiles est accélérée par l'insufflation de l'air par l'Aeroflot. Au fond de

l'ouvrage de Dessableur/Déshuileur (de taille 20,46 m<sup>3</sup>), il y a une pompe immergée pour l'extraction des sables vers le lit de séchage de sable, mais les huiles passent vers le concentrateur des huiles pour les évacuer plus tard par un camion hydro-cureur.

### II.2.2.3.1 Le dégrillage

Le dégrillage de la station de relevage SR2, les eaux brutes sont refoulées vers le dégrillage, le dégrilleur comporte un tamis rotatif de 1.5mm de passage avec une capacité hydraulique de 105m<sup>3</sup>/h, actionné par un moteur de 0.37kW.

En cas de défaillance du tamis il y a un canal en béton armé de largeur de 400mm équipé d'une grille fine de by-pass à nettoyage manuel. Il sera isolé par des vannes manuelles type canal.



Photo I.2.Dégrilleur

### II.2.2.3.1. Le 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 est réalisée dans un dessableur/déshuileur longitudinal aéré. La vitesse d'écoulement des eaux est maintenue à environ 0.30m/s.

Au moyen d'un aéroflot, l'eau est aérée par des insufflations d'air, permettant d'une part, la séparation du sable de l'eau, et d'autre part, favorisant l'accumulation des graisse et des huiles en surface.

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 I.3. dessableur-déshuileur

#### **II.2.2.4.Traitement secondaire :**

Pour le but d'éliminer la matière organique biodégradable à l'aide des micro-organismes aérobique.

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 :

##### **II.2.2.4.1. Aération biologique « bassin d'aération » :**

Après le prétraitement, l'effluent passe vers le bassin d'aération qui est sous forme rectangulaire ( $290\text{m}^3$ ) dans lequel, grâce au système d'aération par deux turbines et celui de la recirculation des boues :

- Les bactéries épuratrices sont alimentées en  $\text{O}_2$  ;
- Les boues activées sont maintenues en suspension pour le bon contact des eaux usées avec les bactéries.

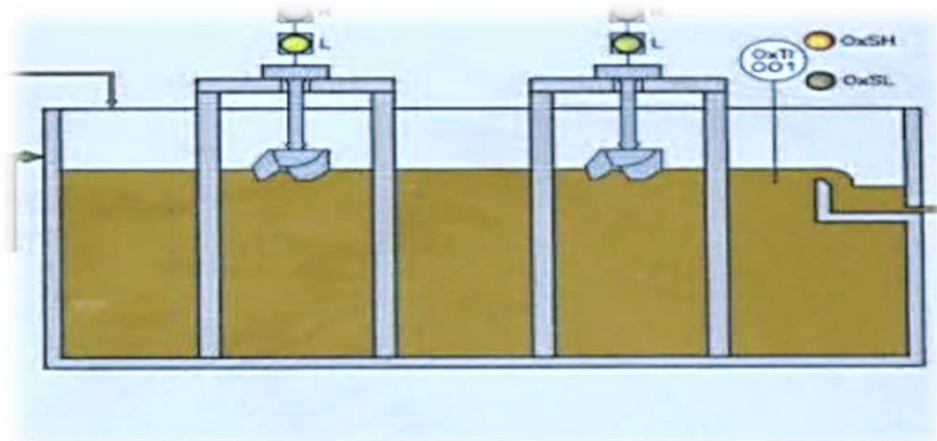


Figure II.5. Schéma du bassin d'aération

Le bassin d'aération est équipé aussi d'un oxymètre permettant de contrôler en continu la teneur en oxygène de la biomasse et la régulation de la vitesse des aérateurs.

Après un temps de contact suffisant, le mélange eau/boues activées est évacué par l'intermédiaire d'un ensemble de déversoir vers le clarificateur.



Photo II.4.Bassin d'aération

#### **III.2.2.4.2.Décantation et clarification**

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 II-6).

L'alimentation se fait au moyen d'une conduite en siphon surmontée au centre du bassin et d'une jupe de répartition. Le floc se sépare dans l'eau interstitielle et se dépose sur le radier de l'ouvrage de clarification, tandis que l'eau clarifiée est évacuée par surverse dans une rigole périphérique.

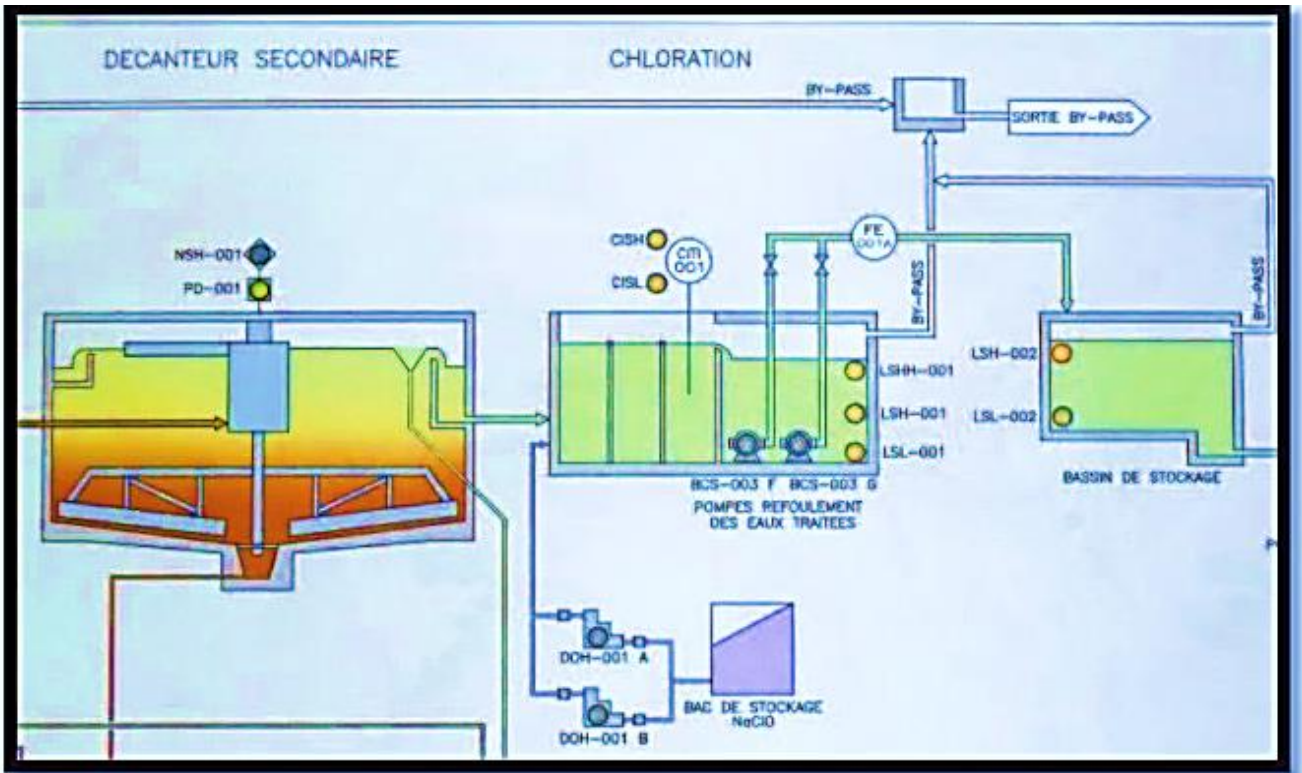


Figure II.6.Schéma du décanteur

La clarification de l'effluent s'effectue dans le décanteur (Clarificateur). Ce dernier est un ouvrage circulaire (90m<sup>3</sup>), il est équipé de deux racleurs, l'un est celui de surface qui racle les matières flottantes pour les jeter vers le lit de séchage des flottants et le deuxième est celui de fond qui empêche la boue décantée de se colmatée



Photo II.5.Décanteur (Clarificateur).



#### **II.2.2.5. 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 recirculées 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 qui fonctionnent en alternance.

#### **II.2.2.6. Les boues en excès**

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

#### **II.2.2.7. La désinfection des eaux**

Les eaux clarifiées s'écoulent gravitairement vers le bassin de désinfection par l'hypochlorite de Sodium ( $\text{NaClO}$ ) à 47° de concentration avant rejet vers l'exutoire.

L'eau clarifiée en provenance du bassin de clarification, alimente un bassin de contact rectangulaire permettant d'assurer un bon mélange de la solution désinfectante avec l'eau clarifiée.

La solution d'hypochlorite de sodium est distribuée par un groupe de dosage comprenant une pompe doseuse, une autre de secours, et une cuve de stockage, placée dans un local indépendant en béton armé. L'eau traitée et après la désinfection sera pompée au bassin de stockage par deux pompes. Il y a un système de supprimeur pour l'expédition de l'eau traitée aux services d'irrigation.



Photo II.6.Bassin de chloration

#### II.2.2.8.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 3 m de diamètre .

Le surnageant passe par surverse dans une goulotte périphérique d'où il est retourné en tête du poste de relevage, tandis que les boues épaissies sont ramenées par raclettes de fond dans une fosse centrale, d'où elles sont envoyées vers les lits de séchage.



Photo II.7.Epaississeur

### II.2.2.9. Les lits de séchage

Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de gravier et de sable de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchage sont mis sous serre pour non seulement tirer partie du phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélérer par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire.

Les boues épaisses sont épandues sur 7 lits de séchage 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 II.8. Lit de séchage



*CHAPITRE: III*

*Matériels et méthodes*

Nous sommes intéressés à la qualité de l'eau épurée produite par la station et la comparer avec les normes algériennes et internationales des rejets.

### **III.1.Echantillonnage:**

Des échantillons hebdomadaires d'eau ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de la station, d'épuration. Les échantillonnages hebdomadaires se sont déroulés du 15 février à 14 mars de l'année 2016 aux points suivants :

- ❖ Entrée des eaux usées (eau brute).
- ❖ Sortie des eaux épurées (eau traité).

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 stériles en polyéthylène ou en verre borosilicaté.

Tout flacon d'échantillonnage doit être clairement identifié et être accompagné d'informations suffisantes concernant la nature de l'échantillon et les raisons pour lesquelles l'examen est demandé.

La teneur initiale en microorganismes contenus dans l'eau risque de subir des modifications après le prélèvement, c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.

### **III.2.Techniques d'analyse chimique des eaux usées :**

Les composés que l'on trouve dans les eaux usées sont très nombreux. Pour déterminer le degré de pollution, on ne peut pas identifier la totalité des composés chimiques présents.

On fait plutôt appel à des paramètres globaux de pollution applicable sur tous les types d'eau.

Ces paramètres globaux mesurés par des analyses courantes, correspondent aux principaux polluants et ce sont eux que l'on va trouver dans les normes de rejet :

- ✓ Physico-chimiques : Température, PH, Conductivité, Turbidité
- ✓ Paramètres chimiques : Nitrates, Nitrites, et Phosphates
- ✓ Matières En Suspensions
- ✓ Matières organiques : DCO, DBO<sub>5</sub>

Toutes les analyses chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de la Direction Régionale de Haoud Berkaoui.

### III.2.1-Méthodes analytiques utilisées

#### ➤ Les analyse physico-chimiques :

- La température
- Le PH
- La conductivité
- La turbidité
- Matières en suspension (MES)

#### ➤ Les analyses chimiques :

- La concentration du NO<sub>3</sub>
- La concentration du NO<sub>2</sub>
- La concentration du PO<sub>4</sub>
- DCO (Demande Chimique en Oxygène)
- DBO<sub>5</sub> (Demande Biologique en Oxygène pendent 5 jours)

### III.2.1.1. Le pH

Adapté à la norme NF T 90 008 la mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre de type hanna-8424-, muni d'une électrode préalablement étalonné avec des solutions tampon à pH = 4 et à 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, nous avons noté le pH.



**Photo III.1.** pH mètre de type hanna-8424-

### III.2.1.2. Détermination de la Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique mesure le pouvoir d'une eau, le courant est produit par les ions inorganiques présents à l'état dissous.

La détermination de la conductivité s'effectue par la mesure la résistance de potentiel est appliquée entre les électrodes immergées dans la solution et la chute de potentiel engendré par la résistance da la solution est inversement proportionnelle à la conductivité de l'eau.

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau.

La mesure est faite à l'aide d'un conductimètre.

**Mode opératoire :**

- Rincer abondamment la sonde à l'eau déminéralisée avant l'utilisation.
- Mettre en marche le conductimètre.
- Introduire la sonde dans la solution à analyser.
- Appuyer sur Lecture.
- Lire la valeur affichée, mais après la stabilisation.

**III.2.1.3.La température**

La température ambiante est déterminée en même temps que le prélèvement par un thermomètre.

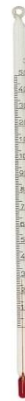


Photo III.2.Thermomètre

Les températures des échantillons sont déterminées en même temps que la conductivité électrique par le conductimètre.

**III.2.1.4.Détermination de la Turbidité**

La détermination de la turbidité mesure une propriété optique de l'échantillon d'eau qui résulte de la dispersion de la lumière par des particules des matières en suspension présentes dans l'échantillon ; Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée ou absorbée par des particules.



La quantité de turbidité mesurée dépend de variables telles la taille, la forme et propriété de réfraction des particules. Il n'existe pas de relation directe entre la turbidité d'une eau et sa teneur en matières en suspension.

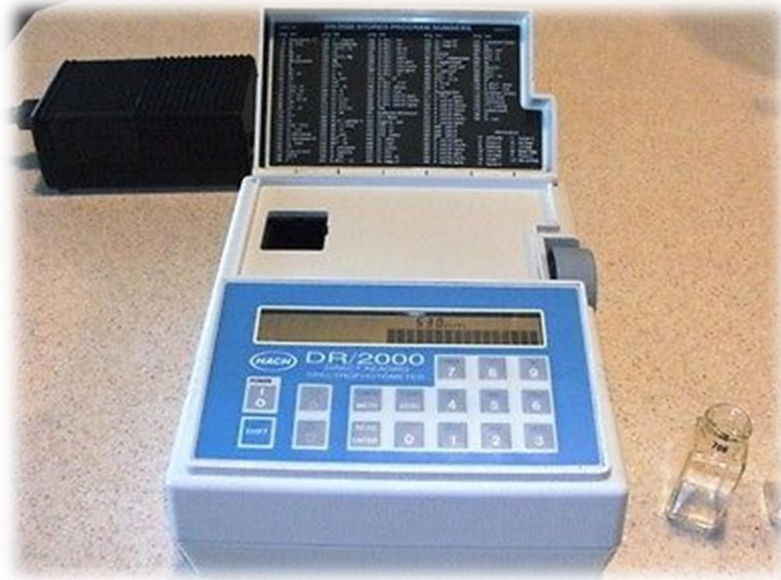


Photo III.3. Spectrophotomètre 'DR 2000'

**- Mode opératoire :**

- Mettre en marche le spectrophotomètre.
- Introduire la longueur d'onde, le numéro de programme.
- Presser 'READ/ENTRE', l'affichage indique 'FTU Turbidité'
- Remplir une cellule avec '25 ml' d'eau distillée, soit le blanc.
- Placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot.
- Presser 'ZERO',
- Verser '25 ml' d'eau à analyser dans la seconde cellule.
- Placer la cellule dans le puits de mesure, fermer le capot.
- Presser 'ENTER',
- Le résultat s'affiche en 'FTU' (Formazine Turbidity Unit)

**III.2.1.5. L'oxygène dissous**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

Dans le domaine de l'épuration, il est indispensable pour la dégradation des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose.

Nous avons effectué la mesure à l'aide d'un oxymètre de type Oxi 179-S.

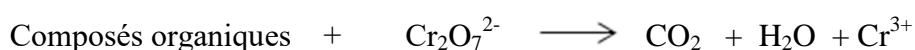
**III.2.1.6. Détermination de DCO :**

La DCO constitue autre moyen de mesure le degré pollution dans les eaux usées. Ce teste est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement.

Le test DCO consiste en la mesure de l'oxygène équivalent à la qualité de matières organiques oxydable par le dichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$ , dans une solution d'acide sulfurique à 50%. Un composé à base de d'argent est ajouté comme catalyseur.

Un composé mercurique est ajouté pour réduire les interférences dues à l'oxydation des ions chloriques par dichromate.

D'une manière simplifiée, on peut décrire ce phénomène par la réaction suivante:



L'oxydation s'effectue en une température de 148 °C pendant deux heures.

La lecture se fait par Spectrophotomètre HACH type DR/2000.

Pour la gamme de 'DCO de 0 à 150 mg/l (à 420 nm), la méthode consistent la mesure de la concentration en chrome hexa valent restante qui caractérisée par une couleur jaune.

Pour la gamme de 'DCO de 0 à 1500 mg/l (à 620 nm), la coloration obtenue est verte, elle correspond à la quantité de chrome trivalent produite.

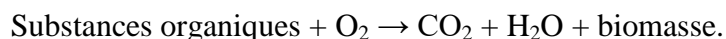
**- Mode opératoire :**

- Homogénéiser l'eau à analyser en agitant deux minutes
- Allumer le réacteur à DCO et préchauffer à 148 °C
- Retirer le bouchon d'un tube. Tenir le tube incliné à 45 °
- Introduire '2 ml' d'eau distillée dans un tube, soit le blanc
- Introduire '2 ml' d'eau à analyser dans l'autre tube, soit l'échantillon
- Mélanger le contenu des tubes par les retourner plusieurs fois
- Placer les deux tubes dans le réacteur. Chauffer les pendant 2 heures à 148 °C
- Refroidir les tubes avant d'effectuer la lecture
- Mettre en marche le spectrophotomètre en appuyant sur 'POWER'
- Régler la longueur d'onde : '620 nm'
- Introduire le numéro de Programme : '435', presser 'READ/ENTRE'
- L'affichage indique 'mg/l DCO-H'
- Placer le tube du blanc dans l'adaptateur, placer l'ensemble dans le puits de mesure et fermer le capot
- Appuyer sur 'ZERO', L'afficheur indique : 'ATTENDRE' et puis '0 mg/l DCO-H'
- Retirer le blanc, placer l'échantillon préparé à sa place et fermer le capot
- Presser 'READ/ENTRE', l'affichage indique : 'ATTENDRE'
- Lire le résultat affiché en 'mg/l'

**III.2.1.7. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

Le test de la DBO<sub>5</sub> est largement utilisé par les organismes de contrôle afin d'évaluer l'efficacité de leur station de traitement.

La DBO<sub>5</sub> des eaux usées est un critère largement employé comme indicateur de la matière organique qui peut être décomposée par action microbienne dans une période et une température de 20 °C.



La détermination de la DBO<sub>5</sub> 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 à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs.

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo staté est mis à incuber en présence d'air.

Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissout dans l'air d'un récipient fermé. Généralement l'intervalle de temps limité a 5 jours.



Photo III.4.DBO mètre OxiTop

### III.2.1.8. Les matières en suspension (M.E.S)

Pour la détermination des matières en suspension (M.E.S) nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de 0.45µm.

Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement. Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligramme par litre (mg/L) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (M_0 - M_1)1000/V$$

Où

V : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;

M<sub>0</sub>: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

M<sub>1</sub> : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

**III.2.1.9. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

La méthode de la réduction au cadmium (méthode colorimétrique n° 355 HACH) a été appliquée pour la gamme 0 à 30.0 mg/l  $\text{NO}_3^-$ -N à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR2000.

Le cadmium réduit les nitrates en nitrites. L'ion nitrite réagit en milieu acide avec de l'acide sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium.

Le sel réagit avec l'acide gentisique pour former une solution colorée ambre. L'absorbance est mesurée à 500nm.

**Mode opératoire :**

- Mettre en marche le spectrophotomètre en appuyant sur 'POWER'
- Régler la longueur d'onde : '500 nm'
- Introduire le numéro de Programme : '355', presser 'READ/ENTRE'
- L'affichage indique 'mg/l N- $\text{NO}_3$ -H'
- Remplir les deux cellules en verre en échantillon
- Verser le contenu d'une gélule dans une cellule, celle-là est 'l'échantillon préparé' et l'autre est 'le blanc'
- Presser 'SHIFT,TIMER' puis agiter la cellule pendant 'une minute', arrêter d'agiter lorsque le minuteur sonne
- Presser 'SHIFT,TIMER' attendre '5 min', c'est le temps de la réaction
- Lorsque le minuteur sonne et indique 'mg/l N- $\text{NO}_3$ -H', placer le blanc dans le puits de mesure et fermer le capot
- Presser 'ZERO', l'affichage affiche : 'ATTENDRE' et puis : '0.0 mg/l N- $\text{NO}_3$ -H'
- Retirer le blanc, placer l'échantillon préparé à sa place et fermer le capot
- Presser 'READ/ENTRE', l'affichage indique : 'ATTENDRE'
- Lire le résultat affiché en 'mg/l'

**III.2.1.10. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) sont mesurés par la méthode colorimétrique n°371 HACH pour la gamme 0 à 0,3 mg/l  $\text{NO}_2^-$  -N à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR2000.

Le principe consiste à la réaction des nitrites présents dans l'échantillon avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit avec l'acide chromotrope pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle aux nitrites présents. Pour les fortes concentrations, la méthode utilise le résultat ferreux en milieu acide pour réduire les nitrites en oxyde nitreux. L'ion ferreux se combine avec l'oxyde nitreux pour former un complexe brun verdâtre dont la coloration est proportionnelle aux nitrites présents.

L'absorbance est mesurée à 507nm.

**Mode opératoire :**

- Mettre en marche le spectrophotomètre en appuyant sur 'POWER'
- Régler la longueur d'onde : '507 nm'
- Introduire le numéro de Programme : '371', presser 'READ/ENTRE'
- L'affichage indique 'mg/l N- $\text{NO}_2$ -L'
- Remplir les deux cellules en verre en échantillon
- Verser le contenu d'une gélule dans une cellule, celle-là est 'l'échantillon préparé' et l'autre est 'le blanc'
- Presser 'SHIFT,TIMER' attendre '15 min', c'est le temps de la réaction
- Lorsque le minuteur sonne et indique 'mg/l N- $\text{NO}_2$ -L', placer le blanc dans le puits de mesure et fermer le capot
- Presser 'ZERO', l'affichage affiche : 'ATTENDRE' et puis: '0.000 mg/l N- $\text{NO}_2$ -L'
- Retirer le blanc, placer l'échantillon préparé à sa place et fermer le capot
- Presser 'READ/ENTRE', l'affichage indique : 'ATTENDRE'
- Lire le résultat affiché en 'mg/l'

**III.2.1.11. Le phosphore ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Pour la détermination du phosphore réactif, le dosage a été réalisé selon la méthode colorimétrique n°490 HACH pour des teneurs comprises entre 0 et 2,5 mg /l, à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR2000.

Les phosphores dans les usées se trouvent uniquement sous forme de phosphate. La seule forme de phosphate susceptible d'être déterminée directement est l'ortho-phosphate.

L'ortho-phosphate réagit avec le molybdate en milieu acide pour produire un complexe phospho-molybdate. L'acide ascorbique réduit le complexe, donnant une coloration intense de bleu de molybdène.

L'absorbance est mesurée à 890nm.

**Mode opératoire :**

- Mettre en marche le spectrophotomètre en appuyant sur 'POWER'
- Régler la longueur d'onde : '890 nm'
- Introduire le numéro de Programme : '490', presser 'READ/ENTRE'
- L'affichage indique 'mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$  PV'
- Remplir les deux cellules en verre en échantillon
- Verser le contenu d'une gélule dans une cellule, celle-là est 'l'échantillon préparé' et l'autre est 'le blanc'
- Presser 'SHIFT, TIMER' attendre '2 min', c'est le temps de la réaction
- Lorsque le minuteur sonne et indique 'mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$  PV', placer le blanc dans le puits de mesure et fermer le capot
- Presser 'ZERO', l'affichage affiche : 'ATTENDRE' et puis : '0.00 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$  PV'
- Retirer le blanc, placer l'échantillon préparé à sa place et fermer le capot
- Presser 'READ/ENTRE', l'affichage indique : 'ATTENDRE'
- Lire le résultat affiché en 'mg/l'



# *CHAPITRE: IV*

*Résultats et discussion*



Dans ce chapitre, nous rapporterons les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur les eaux usées avant et après traitement.

#### IV.1. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux traitée

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 la direction régionale de Haoud Berkaoui.

##### IV.1.1. La température

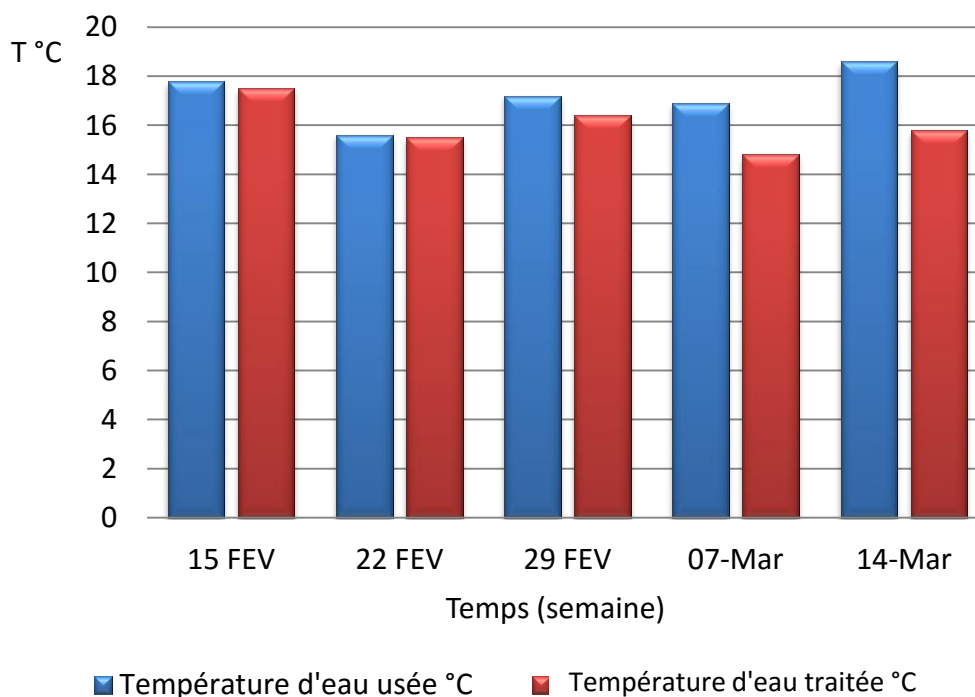


Figure IV.1. Variations hebdomadaires de la température des eaux de la STEP-HBK.

La température des eaux prélevées reste inférieure à 20°C. En Algérie, les normes de rejets des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C [18] les valeurs de la température pour les différents échantillons sont inférieurs aux normes.

## IV.1.2. Le pH

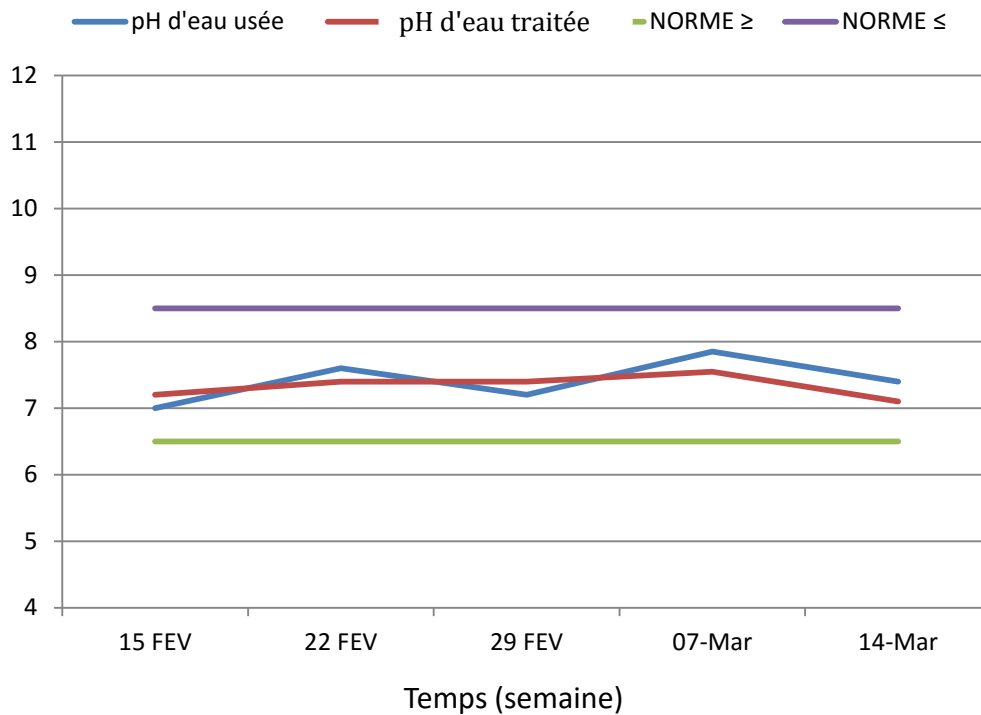


Figure IV.2. Variations hebdomadaires de pH des eaux de la STEP-HBK.

Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement sont comprises entre 7.00 et 7.85, elles caractérisent le pH des eaux résiduelles.

En ce qui concerne les eaux traitées, le pH est toujours inférieur à celui enregistré à l'entrée, elles varient entre 7.1 et 7.55 respectant la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5[18].

### IV.1.3. Conductivité électrique

Tableau IV. 1. La conductivité électrique de l'eau avant et après traitement

Temps (semaine)	conductivité électrique CE $\mu\text{s}/\text{cm}$		
	Eau usée	Eau traitée	Norme
15 FEV	2940	2920	800- 3000
22 FEV	2990	3000	
29 FEV	2940	2980	
07 MAR	2990	2980	
14 MAR	2910	2850	

Les valeurs de la conductivité électrique, se situent dans un intervalle de 2910 à 2990  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à l'entrée et de 2850 à 3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , enregistrées à la sortie respectant la norme de rejet délimitée entre 800 et 3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  [8].

Ces valeurs sont en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à usage domestique, utilisées au niveau de la Direction Régionale HBK qui possèdent respectivement une conductivité de 1006  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 2660  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

## IV.1.4. L'oxygène dissous

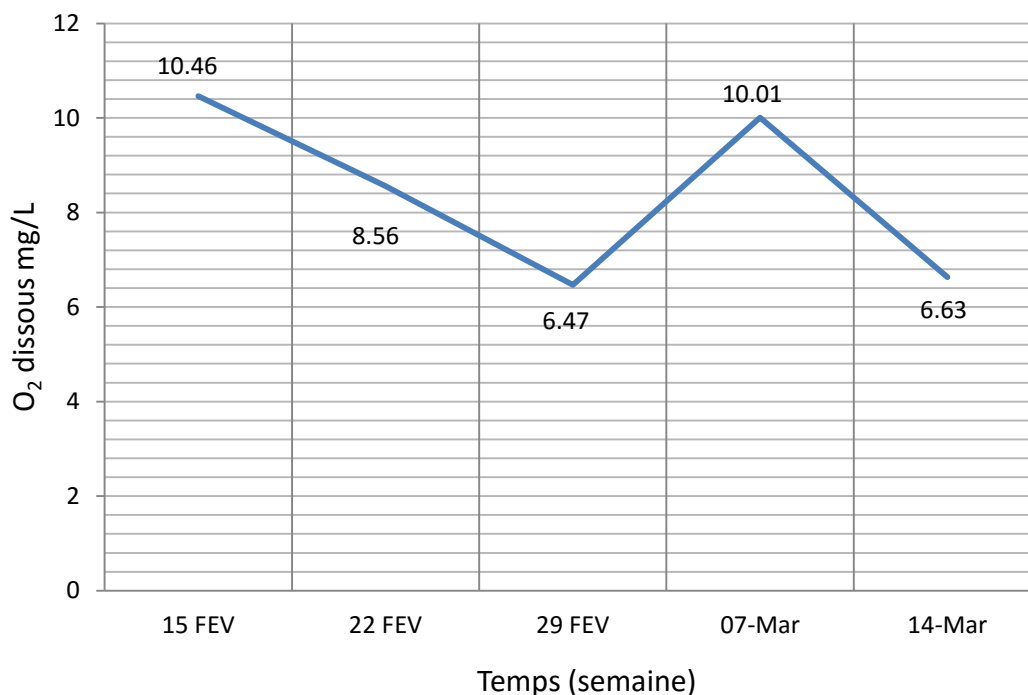


Figure IV.3. Variations hebdomadaires de l'O<sub>2</sub> dissous des eaux de la STEP-HBK.

Pour l'oxygène dissous les valeurs obtenues montrent une fluctuation allant de 10.46 mg/l à 6.47 mg/l puis augment à 10.01 mg/l puis chute à 6.63 mg/l pour les eaux au niveau du bassin d'aération.

D'après le graphe les teneurs en O<sub>2</sub> dissous enregistrées montrent une fluctuation, ceci est dû à l'aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées. Les faibles taux d'O<sub>2</sub> dissous enregistrés, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents...etc.).

#### IV.1.5. Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable.

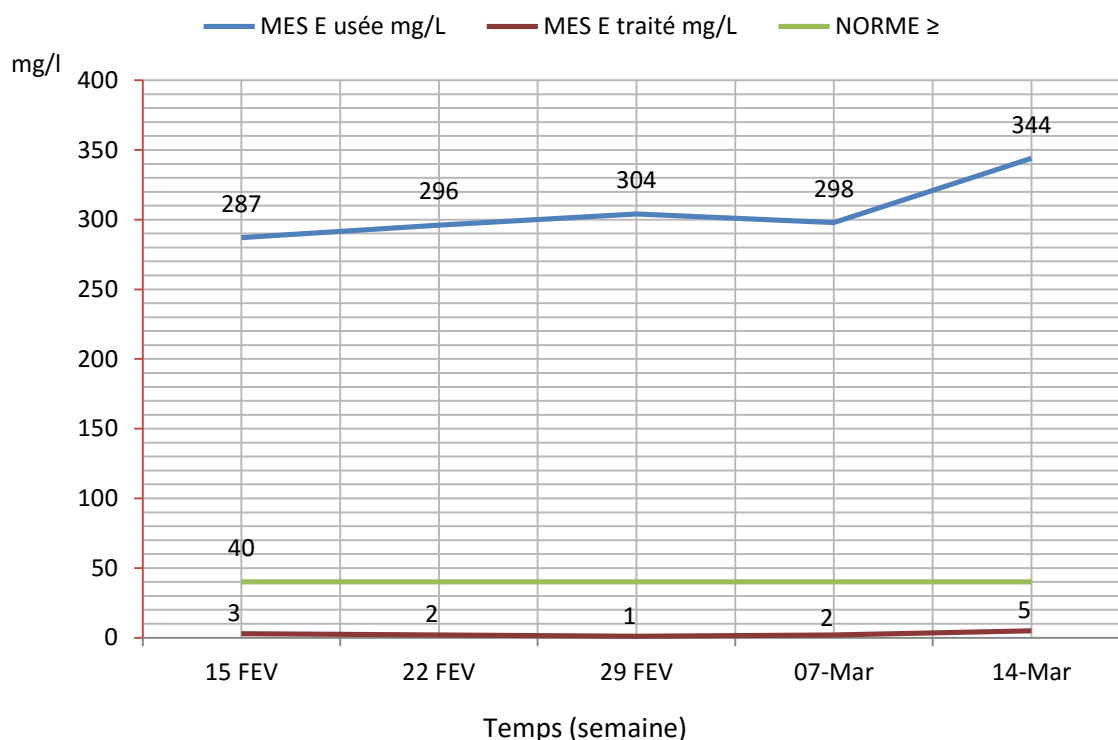


Figure IV.4. Variations hebdomadaires de la MES des eaux de la STEP-HBK.

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux usées brutes et traitées. Elles se situent entre 287 mg/l et 344 mg/l (figure IV.4) pour les eaux usées brutes, ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet.

En ce qui concerne les eaux épurées, le taux des MES varie entre 01 mg/l et 5 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à la décantation des matières décantées. Cette valeur reste inférieure à la norme de rejet de l'OMS (30 mg/l) [17] et à celle du journal officiel algérien limitée à 40 mg/l [18].

## IV.1.6. La turbidité

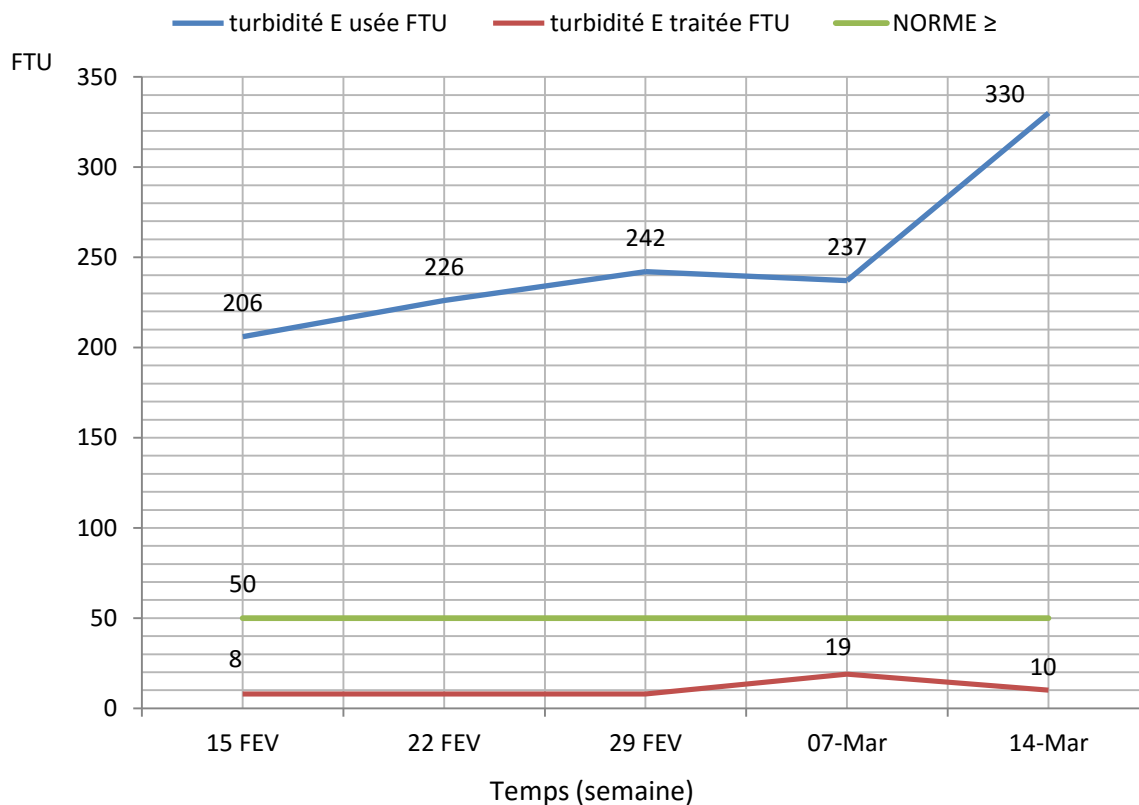
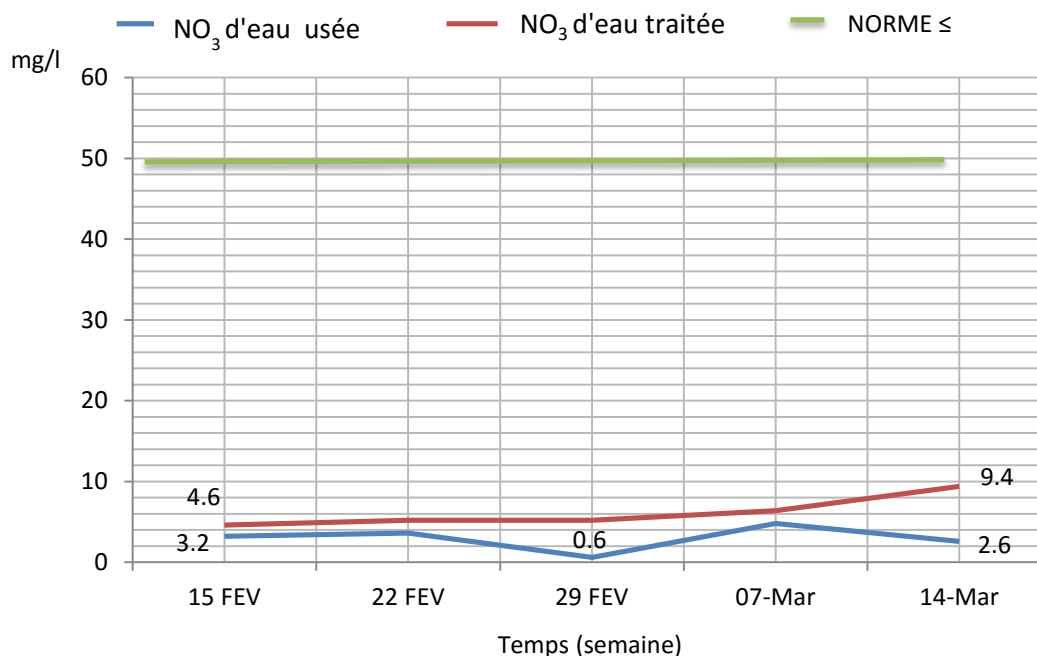


Figure IV.5. Variations hebdomadaires de la turbidité des eaux de la STEP-HBK.

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans les eaux usées avant traitement, varient de 206 FTU à 330 FTU. Un pic a été enregistré au cours de notre suivi, qui est 330 FTU, ces valeurs sont en fonction de la nature de l'eau à traiter.

Concernant les eaux épurées, on remarque une nette réduction de ce paramètre dont les valeurs se situent dans un intervalle qui va du minimum 08 FTU au maximum 19 FTU. Ces valeurs restent toujours inférieures aux normes algériennes de rejet (50 FTU) [18].

## IV.1.7. Les nitrates



FigureIV.6. Variations hebdomadaires des teneurs en NO<sub>3</sub> des eaux de la STEP-HBK.

Les valeurs des nitrates obtenues après analyses, varient entre 4.6 mg/l et 9.4 mg/l pour l'eau traité et de 0.6 mg/l à 3.6 mg/l pour l'eau usée brute.

On constate que les taux de nitrates ont augmenté au niveau des eaux traitées par rapport aux eaux brutes (figure IV.6).

Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine. Les eaux épurées sont chargées en nitrates mais en moyenne restent inférieurs aux normes internationales des eaux destinée à l'irrigation selon l'OMS (1989) (<50mg/l) [17].

## IV.1.8. Les nitrites

Tableau IV.2. Variations hebdomadaires de teneur de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> des eaux de la STEP-HBK.

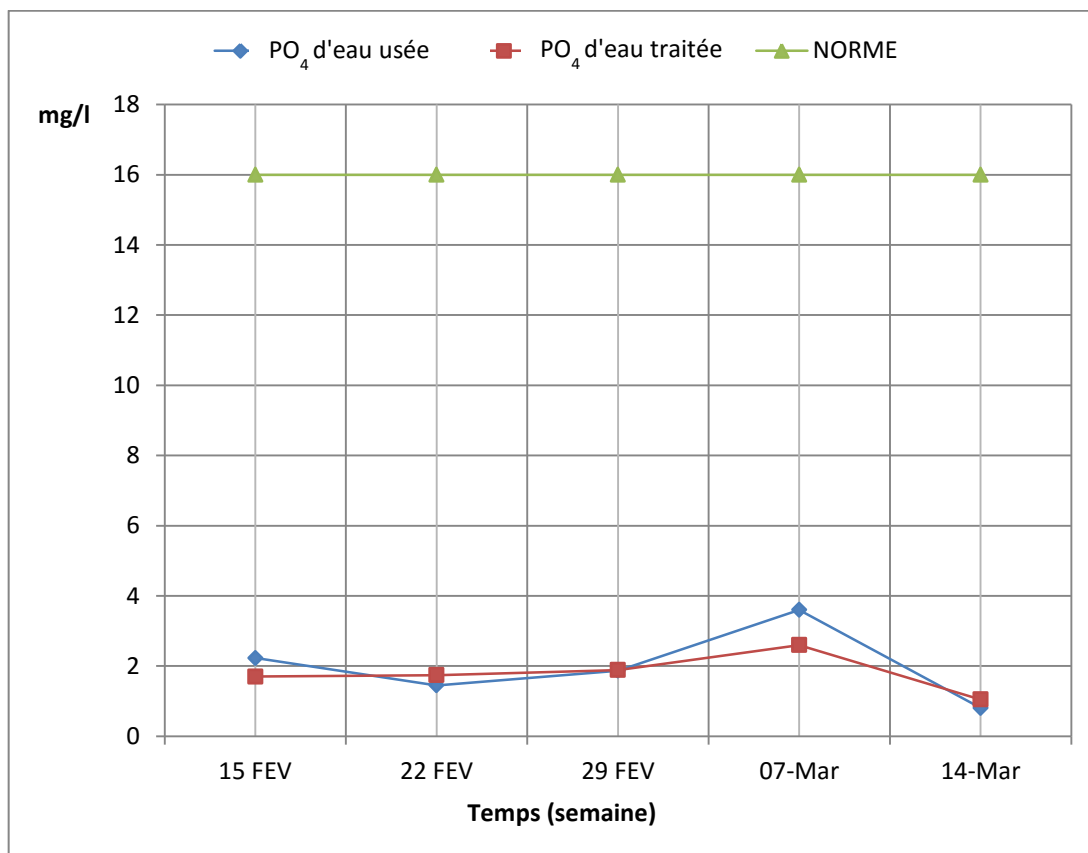
Temps (semaine)	Les nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l		
	Eau usée	Eau traitée	Norme (OMS)
15 FEV	0.101	0.009	1
22 FEV	0.72	0.01	
29 FEV	0.008	0.005	
07 MAR	0.072	0.029	
14 MAR	0.001	0.006	

D'après les résultats obtenus, 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 0.001 mg/l et 0.72 mg/l au niveau des eaux usées brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.005 mg/l à 0.029 mg/l (Tableau IV.3).

Cependant, ces valeurs sont inférieures aux normes internationales des eaux destinées à l'irrigation selon l'OMS (1989) (<1mg/l) [17].



## IV.1.9. Pollution phosphorée

Figure IV.7. Variations hebdomadaires de PO<sub>4</sub> des eaux de la STEP-HBK.

D'après les résultats obtenus, les valeurs des ortho-phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) varient du minimum de 0.81 mg/l au maximum de 3.6 mg/l au niveau des eaux brutes concernant les eaux épurées, les concentrations oscillent entre 1.05 mg/l à 2.6 mg/l (figure IV.10). les teneurs en ortho-phosphates des eaux traitées semble supérieure à celle enregistrées dans les eaux brutes cela est due à l'activité des microorganismes qui participent à la transformation du phosphore organique en poly-phosphates et ortho-phosphates. Ces valeurs sont inférieure les normes internationales des rejets (<16 mg/l) [17].

## IV.1.10. La demande chimique en oxygène (DCO)

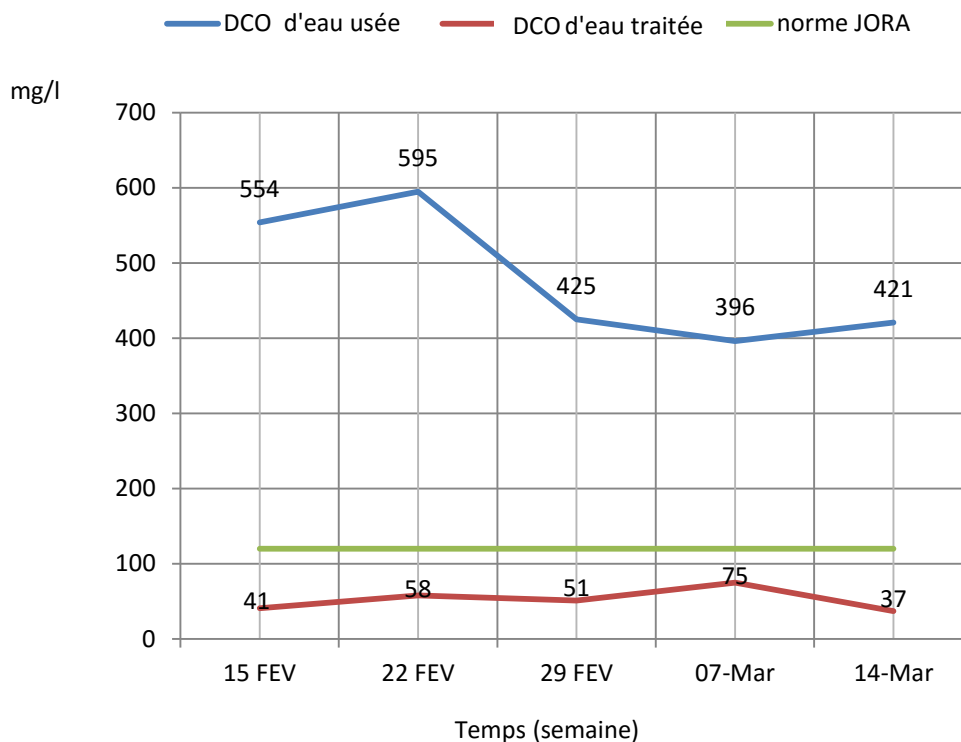
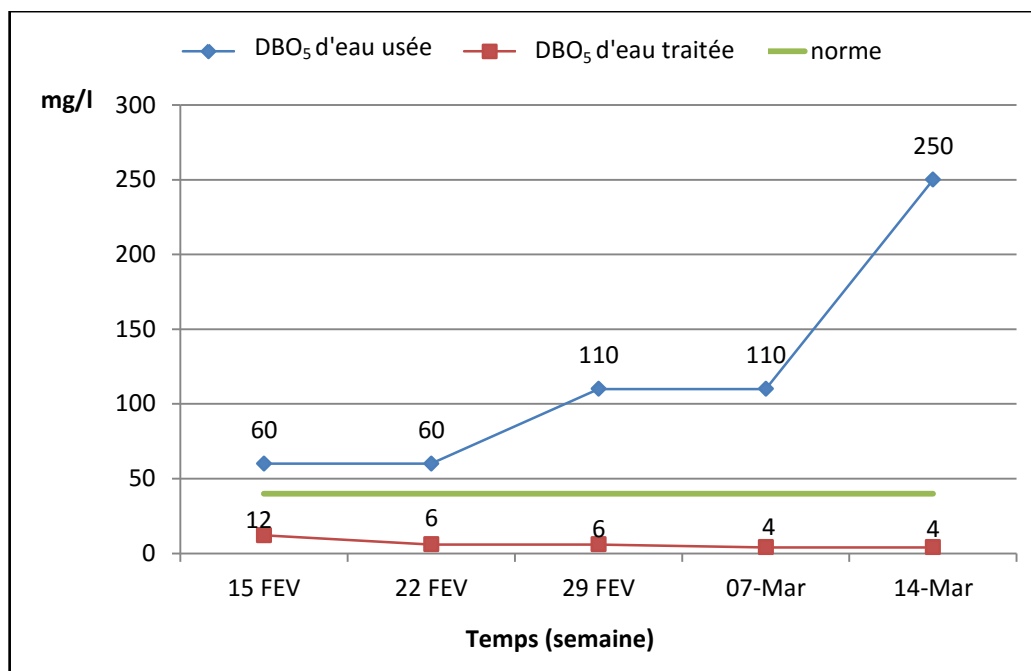


Figure IV.8. Variations hebdomadaires de DCO des eaux de la STEP-HBK.

Dans le domaine des eaux usées, pour déterminer la pollution d'une eau, on détermine la demande chimique en oxygène DCO, qui est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau. On remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute est variable selon les semaines, elles oscillent entre 396 mg O<sub>2</sub>/l et 595 mg O<sub>2</sub>/l.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont largement inférieure à celle de l'eau brute, elles varient entre 41 mg O<sub>2</sub>/l et 75 mg O<sub>2</sub>/l (Figure IV.10).

Par ailleurs, une DCO moyenne de 52.4 mg O<sub>2</sub>/l, obtenue à la sortie, obéit aux normes algériennes de rejet (120 mg O<sub>2</sub>/l) [18], celle du journal officiel de la communauté européenne (125 mg O<sub>2</sub>/l) [27] ainsi qu'aux normes de l'OMS (<90 mg O<sub>2</sub>/l) [17].

IV.1.11. La demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)Figure IV.9. Variations hebdomadaires de DBO<sub>5</sub> des eaux de la STEP-HBK.

Les variations de la teneur en DBO<sub>5</sub>, au cours de notre suivi, le long de la filière de traitement sont représentées par la figure .

On remarque que les valeurs de la DBO<sub>5</sub> de l'eau brute est variable selon les semaines, elles oscillent entre La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 60 mg O<sub>2</sub>/l et 250 mg O<sub>2</sub>/l avec une moyenne de 118 mg O<sub>2</sub>/l, Les variations des concentrations en DBO<sub>5</sub> de l'eau brute s'expliquent par la nature des eaux résiduaires de la direction régionale HBK.

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 4 mg O<sub>2</sub>/l et 12 mg O<sub>2</sub>/l.

L'augmentation des concentrations de la DBO<sub>5</sub> de l'eau brute et traitée est en relation avec la charge en matières organiques biodégradable, elle est associée au maximum du développement de l'abondance bactérienne et une diminution de la teneur en oxygène suite à la consommation de ce dernier par les microorganismes. La valeur de DBO<sub>5</sub> reste inférieure aux normes algériennes de rejet (40 mg O<sub>2</sub>/l) [18], et celles du journal officiel de la communauté européenne (30 mg O<sub>2</sub>/l) [27].

#### IV.1.12. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>

Tableau IV. 3. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> de l'eau avant et après traitement

Temps (semaine)	Le rapport DCO/DBO <sub>5</sub>		
	Eau usée	Eau traitée	Norme
15 FEV	0.11	0.29	< 3
22 FEV	0.1	0.1	
29 FEV	0.26	0.12	
07 MAR	0.28	0.05	
14 MAR	0.59	0.11	

La DBO<sub>5</sub> est une mesure de matière organique biodégradable, la DCO une mesure de matière organique totale. Le rapport entre DCO et DBO<sub>5</sub> varie logiquement en fonction du degré d'épuration des eaux usées et c'est un paramètre très important dans le traitement biologique, pour les eaux brutes le rapport est voisin de 2.5.

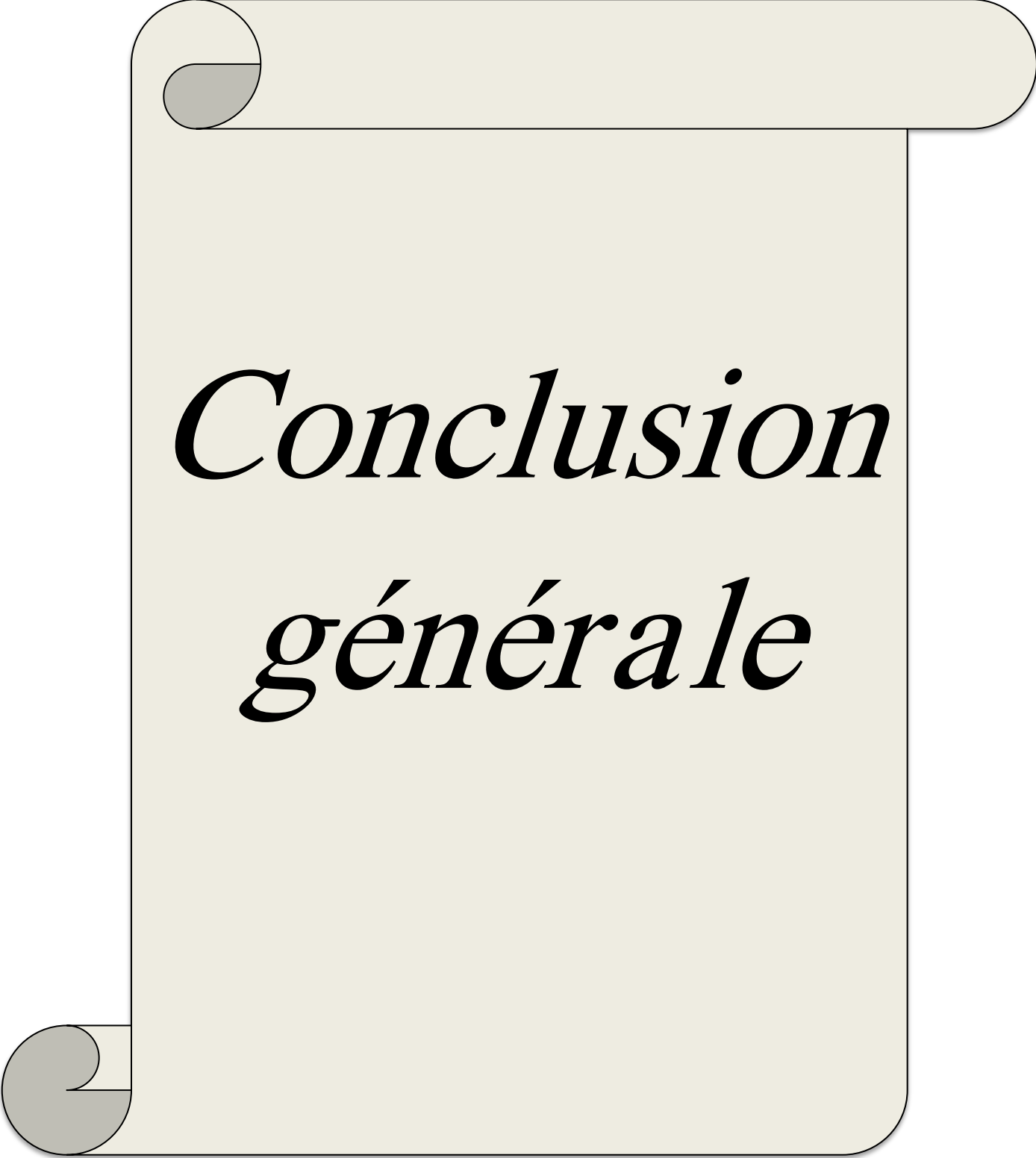
Les teneurs en matière organique exprimée par la DCO et la DBO<sub>5</sub> contenues dans les eaux usées sont dominées par les acides gras volatiles.

Le rapport entre la DCO et la DBO<sub>5</sub> reste < 2.5, Cela signifié que les matières oxydables sont peu bio dégradables.

Les valeurs de la DCO et la DBO<sub>5</sub> de l'eau traitée sont typique des eaux communales après épuration biologique.

#### IV.2.Conclusion sur les résultats des analyses

L'interprétation des résultats d'analyses obtenus au niveau du laboratoire du HBK des rejets liquides de la station d'épuration (STEP) montre que les traitements des rejets liquides sont efficaces et sont effectués au respect des normes des rejets liquides pendant la période de notre étude.



*Conclusion  
générale*

## Conclusion générale

La station d'épuration est une véritable "machine à laver l'eau" qui permet de respecter l'environnement en rejetant dans le milieu naturel des eaux propres. Le but n'est pas de transformer cette eau de nouveau en eau potable (buvable par l'homme). Il ne faut pas confondre eau potable et eaux propres.

Le présent travail a abordé la problématique de traitement des eaux usées issues de l'urbanisation à Ouargla, qui comporte d'importantes unités industrielles dont les besoins en eau sont de plus en plus importants, face à une dégradation de cette ressource liée à la pollution de l'environnement.

La première partie de ce travail à été consacrée à l'identification des eaux usées de la région et à l'étude du mode du traitement des effluents. On a noté que l'eaux usées subissent donc :

- un traitement primaire (élimination des matières en suspension et les huiles).
- Un traitement secondaire (élimination des matières organiques et minérales). Il comprend le traitement biologique et physico-chimique respectivement.
- Un traitement tertiaire (désinfection, traitement de l'azote et du phosphore).

Les eaux usées traitée ont fait l'objet de différentes analyses afin de pouvoir situer l'eau obtenue dans la catégorie d'une eau réutilisable ou non selon les normes mondiales et Algériennes.

Les résultats ont montrés que le traitement réalisé dans la station STEP de HAOUD BARKAOUI présente des rendements satisfaisants. L'élimination des matières en suspension a atteint son objectif avec des valeurs en accord avec les normes de rejet.

Les effluents traités sont caractérisés par un pH légèrement alcalin. Les concentrations de la DCO et la DBO5 des eaux traitées concordent avec les normes de rejet.

## *CONCLUSION GENERALE*

Enfin, après le traitement et l'analyse des eaux usées, on constate en générale une diminution de la quantité des éléments physicochimiques et biochimiques ce qui conclue que :

L'eau qui traité dans la STEP de HAOUD BARKAOUI est une eau qui répond aux normes. Elle peut être réutilisée à l'irrigation les espaces verts de la base de vie haoud barkaoui.

Néanmoins, quelques aspects de cette étude méritent d'être développés par la suite selon la projection d'utilisation de ces eaux usées.



*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] MOULIN, David ROZEN-RECHELS; Traitement des eaux usées, Milena STANKOVIC. Ecole Normale CERES- ERTI 2013.
- [2] RICHARD C. (1996)-Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux.
- [3] FRANCK.R. (2002)-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques.
- [4] RODIER J. (1996)-L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer.8<sup>ème</sup> Edition DUNOD technique.
- [5] SEVRIN-REYSSAC J., DE LA NOÛE J., PROULX D. (1995)-Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier.
- [6] RODIER J. (2005)-L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer.8<sup>ème</sup> Edition DUNOD technique.
- [7] MEINCK F, STOOFF H et KOHLSCHÜTTER H. (1977)-Les eaux résiduaires industrielles
- [8] FAO. (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation.
- [9] BELAID N. (2010). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse Doctorat de l'Université de Sfax.
- [10] HARMSSEN J. (1987)-Identification of organic compounds in leachate from a waste tip. Wat. Res , 17
- [11] KOLLER E. (2004)-Traitement des pollutions industrielles. Eau-air-déchets-sols- boues.
- [12] CHOCAT. B. (1997)-Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition Techniques et documentations.

- [13] CHOUBERT J-M. (2002)- Analyse et optimisation du traitement de l'azote par les boues activées à basse température. Thèse Doctorat de l'Université Louis Pasteur –Strasbourg I.
- [14] CHACHUAT E, ROCHE N et LATIFI M A. (2007)- Nouvelle approche pour la gestion optimale de l'aération des petites stations d'épuration par boues activées. L'eau, l'industrie, les nuisances.
- [15] VILLEBRUN J. F. (1989)-La déphosphatation biologique appliquée à la station d'épuration de Craon, Rapport de la DDAF de la Mayenne. Volume 2 : Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, Suisse.
- [16] DERNAT M, ELMERICH P, POUILLOT M. (1994)-Vers une optimisation de la déphosphatation physicochimique, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n°182.
- [17] OMS. (1994)-Directives de qualité de l'eau de boisson, 2ème édition , Vol. 1 : Recommandations, OMS, Genève, pp. 8-30
- [18] JORAD : journal officiel de la République Algérienne Démocratique. 2006/1993. Norme de rejet.
- [19] **Geoffroy Lecouvet** approche technique et didactique d'une station d'épuration d'eau Institut Reine Astrid Ecole Normale Technique Moyenne 1998 <http://step.ouvaton.org/>
- [20] BASSOMPIERRE Cindy. (2007). procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble.
- [21] CARDOT C. (1999)-Les traitements de l'eau – Procédés physico-chimiques et biologiques.
- [22] MADIGAN Michael et MARTINKO John. (2007)-Biologie des microorganismes.
- [23] VILAGINES Roland. (2003)-Eau environnement et santé publique – introduction à l'hydraulique.

- [24] BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2005)- Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France
- [25] OUALI M. S. (2001)-Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des Publications Universitaires, Alger
- [26] LAZAROVA V., GAID A., RODRIGUEZ-GONZALES J., ALDAY ANSOLA J. (2003)-L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux. Techniques, Sciences et Méthodes .
- [27] **Commission européenne.** Directive du conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE). Journal officiel n° L 135 du 30 mai 1991, pp. 40, modifiée par la Directive 98/15/CE de la Commission du 27 février 1998. Journal officiel n° L 67 du 7 mars 1998, pp. 29.
28. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie, , Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.  
[http://ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC\\_protocole\\_val\\_chimie.pdf](http://ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC_protocole_val_chimie.pdf)
29. Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées  
Coordination – Gaëlle Deronzier, Jean-Marc Choubert
30. United for water quality rapport d'application analyse de laboratoire & analyse en continu.
31. ANONYME 3. (2003)- Station d'épuration des eaux usées Haoud Berkaoui. Manuel d'entretien des équipements et d'exploitation de la station. Volume 1. SONATRACH
32. FABY J.A et BRISSAUD F. (1997)-L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau.
33. Norme NFT9-101. (1988). Détermination de la demande chimique en oxygène AFNOR, Paris.
34. -Norme nf en 1189. (1997). Dosage du phosphore. Méthode spectrométrique. AFNOR, Paris.

35. -Norme NFT 90-413. (1985). Recherche et dénombrement des coliformes et des coliformes thermotolérants. Méthode générale par ensemencement en milieu liquide(NPP), AFNOR, Paris.
36. -Norme NF EN ISO 9308-3. (1999)-Recherche et dénombrement des streptocoques du groupe D. Méthode générale par ensemencement en milieu liquide(NPP), AFNOR, Paris.
37. -Norme NF T 90-145. (1985)-Recherche et dénombrement des clostridium sulfitoréducteurs. Méthode par ensemencement en milieu solide, AFNOR, Paris.
38. Norme EN 872. (1996)-Dosage des MES par filtration sur filtre en fibres de verre. AFNOR, Paris.
39. -OMS. (1979)-Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l' pour l' Organisation Mondiale de la Santé.
40. -OMS. (1986)-Directives de qualité pour l'eau de boisson Organisation Mondiale de la Santé, Genève.
41. -OMS. (1989)-L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève.
42. -OMS. (1994)-Directives de qualité de l'eau de boisson, 2ème édition , Vol. 1 : Recommandations, OMS, Genève, pp. 8-30
43. DR 2000 Instrument Manual, Software HACH COMPANIE