



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème :

**Les procédés de traitement des eaux usées
(La station d'épuration El Karma)**

Présenté et soutenu publiquement par :

-M^{elle} TALI Amina

-M^{elle} BAIZID Amel

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Établissement	Qualité
M ^r FERHAT Ben Youcef	Maître-Assistant A	IMSI	Président
M ^r NADJI Abdelkader	Maître-Assistant A	IMSI	Examineur
M ^r BOUHADIBA Ibrahim	Maître de conférences A	IMSI	Encadreur

Juin 2018

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage et la patience pour terminer ce mémoire, nous remercions nos familles.

*Nous sommes très reconnaissantes envers **Mr. AMMAR. I** que Dieu ,ait son âme, qui nous a transmis son savoir, ses expériences et son soutien pour nous aider à réaliser ce présent mémoire. C'est avec une immense tristesse que nous avons vécu son décès. Nous profitons de cette partie de notre mémoire pour présenter nos condoléances à sa famille et à tous ses proches.*

Nos plus vifs et sincères remerciements s'adressent tout particulièrement à notre institut, qui nous a dispensé une bonne formation.

*Nos gratitude s'adressent à notre encadreur, **Mr. BOUHADIBA J,** qui a bien voulu, par son aimable bienveillance, diriger ce travail qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.*

*Nous tenons également à exprimer nos plus vifs remerciements a **Mr. NADJI.A** en tant qu'examineur, **Mr. FERHAT.B** en tant que président qui nous ont Font l'honneur de corriger et juger notre travail.*

*Nos sincères remerciements s'adressent au personnel de la STEP d'El Karma pour leurs aides en particulier **Mr. TEFFAHI.** Le responsable du process et **Mr. NEMICH** le responsable HSE.*

*Nous tenons aussi à remercier, **Mr. BENDRAOUA.A** qui nous a chaleureusement accueillis dans son laboratoire (LSPBE)- faculté de chimie- université des sciences et de la technologie d'Oran « Mohamed Boudiaf ».*

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce mémoire.

Dédicaces

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

*A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te protège, à toi **mon père**.*

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à mon frère **Merouane** et mes sœurs **Fadela** et **Ghizlen** , je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

*A Toute ma famille, Mes amis, Mon binôme **Amal** et Mes camarades de promo sécurité industrielle et environnement (SIE) 2017/2018
Et a tous ceux qui ont connu **TALI Amína**.*

T.Amína

Dédicaces

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une Immense joie,

Que je dédie mon travail à :

Mes très chers, respectueux et magnifiques parents qui m'ont soutenu tout au long de ma vie.

Mes frères, mes sœurs et toute ma famille Pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Mon binôme, mes amis, Mes camarades de promo SIE 2017/2018.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

B.Amal

Résumé

Les eaux usées sont susceptibles de renfermer et véhiculer une grande variété d'un polluant organique et d'agent pathogène pour l'homme. Les organismes pathogènes présents dans les eaux usées d'une collectivité en reflètent l'état sanitaire. Le traitement d'une eau usée a pour but principale d'éliminer ou détruire ces polluants et ces microorganismes.

L'objectif de ce travail est de faire évaluer la qualité de traitement physico-chimique et de la station d'épuration d'EL-KERMA et cela en effectuant des analyses physico-chimiques en deux points, l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats obtenus après le traitement sont comparés par rapport aux normes algériennes (journal officiel n° 36, décret exécutif n°09-209 correspondant au 11 juin 2009, et le journal officiel n°41 correspondant au 2 janvier 2012).

On constate une diminution de la DBO5 et la DCO et que ces valeurs sont dans les normes, avec un rendement moyen total de 92,72% pour les MES, de 87,24% pour la DCO et de 98,33% pour la DBO5.

D'une autre part, et en collaboration avec le laboratoire de synthèse organique, physico-chimie, biomolécule et environnement (LSPBE) département de chimie organique industrielle faculté de chimie, université des sciences et de la technologie d'Oran « Mohamed Boudiaf » et sous la supervision du notre encadreur Dr BOUHADIBA.I et Pr BENDRAOUA,A des analyses physico-chimiques ont été effectués avec un total de 3 prélèvements de l'eau traitée, le premier échantillon correspond au 18/04/2018, le deuxième correspond au 30/04/2018 et le troisième correspond au 31/05/2018.

Le but de cette expérience était d'examiner les trois échantillons à la recherche du pourcentage des paramètres suivants : le chrome, le phosphate et les nitrites.

Les résultats obtenus sont comparés par rapport aux normes algériennes (journal officiel n° 36, décret exécutif n°09-209 correspondant au 11 juin 2009, et le journal officiel n°41 correspondant au 2 janvier 2012).

D'après les résultats, nous notons que les valeurs mesurés des nitrites sont de l'ordre de : 0.06mg/l pour le 1^{er} échantillon, 0.13mg/l pour le 2^{ème} échantillon et 0.67mg/l pour le 3^{ème} échantillon.

Les valeurs mesurées du chrome sont de l'ordre de : 0.78µg/l pour le 1^{er} échantillon, 0.18µg/l pour le 2^{ème} échantillon et 0.53µg/l pour le 3^{ème} échantillon. Pour celles du phosphate, elles sont tous hors limites (> 2.5).

Abstract

Wastewater is likely to contain and carry a wide variety of an organic pollutant and pathogen for humans. Pathogenic organisms in a community's wastewater reflect its health status. The main purpose of treating wastewater is to eliminate or destroy these pollutants and microorganisms.

The objective of this work is to evaluate the physicochemical treatment quality and the treatment plant of EL-KERMA by performing two-point physicochemical analyzes raw water and water treated. The results obtained after treatment are compared against Algerian standards (Official Gazette No. 36, Executive Decree No. 09-209 corresponding to June 11, 2009, and Official Gazette No. 41 corresponding to January 2, 2012).

There is a decrease in BOD5 and COD and these values are within the norms, with a total average yield of 92.72% for total suspended solids (TSS), 87.24% for chemical oxygen demand (COD) and 98.33% for biological oxygen demand for 5 days (DBO5)

On the other hand, and in collaboration with the organic synthesis laboratory, physico-chemistry, biomolecule and environment (LSPBE) Department of Organic Chemistry Industrial Chemistry Faculty, University of Science and Technology of Oran "Mohamed Boudiaf" and under the supervision of our supervisor Dr BOUHADIBA.I and Pr BENDRAOUA, physico-chemical analyzes were carried out with a total of 3 samples of treated water, the first sample corresponds to 18/04/2018, the second corresponds to 30/04/2018 and the third corresponds to 31/05/2018.

The purpose of this experiment was to examine the three samples for the percentage of the following parameters: chromium, phosphate and nitrites. The results obtained are compared against Algerian standards

From the results, we note that the measured values of nitrite are of the order of: 0.06mg / l for the 1st sample, 0.13mg / l for the 2nd sample and 0.67mg / l for the 3rd sample. The measured values of chromium are of the order of: 0.78 μ g / l for the 1st sample, 0.18 μ g / l for the 2nd sample and 0.53 μ g / l for the 3rd sample. For phosphate, they are all out of bounds (> 2.5).

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I.1. Introduction.....	3
I.2 Définition des eaux usées.....	3
I.3. Origine des eaux usées.....	3
I.3.1. Les eaux usées domestique.....	4
I.3.2. Les eaux usées industrielles.....	4
I.3.3. Les eaux usées agricoles.....	5
I.3.4 Les eaux usées pluviales.....	5
I.4. Pollution des eaux usées.....	5
I.4.1. Définition de la pollution	5
I.4.2.Survol de la diversité des polluants.....	5
I.4.3 Les principaux types de pollutions	6
I.4.3.1 Pollution physique	6
I.4.3.2. Pollution chimique	6
I.4.3.3. Pollution microbiologique	7
I.5. les paramètres de pollution.....	7
I.5.1.les paramètres organoleptiques	7
I.5.1.1.La Turbidité	7
I.5.1.2 La couleur	7
I.5.2.les paramètres physiques	7
I.5.2.1. Température	8
I.5.2.2. Odeur	8
I.5.2.3 Couleur	8

I.5.2.4. Matières en suspension (M.E.S).....	8
I.5.2.5. Débit	8
I.5.3.les paramètres chimiques.....	9
I.5.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH).....	9
I.5.3.2. La Conductivité	9
I.5.3.3 L'Oxygène Dissous	9
I.5.3.4.La Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	9
I.5.3.5.La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).	10
I.5.3.6.Autres éléments	10
a. Azote	10
b. Nitrites (NO ₂ -)	10
c. Nitrates (NO ₃ -)	10
d. Phosphore	10
e. Métaux lourds	11
I.5.4 Paramètres bactériologiques.....	11
I.5.4.1. Les coliformes	11
A. Les coliformes totaux (CT)	11
B. Les coliformes fécaux (CF)	12
C. Entérocoques et Streptocoques fécaux	12
I.6. Réglementation algérienne.....	13
I.7.Conclusion	14

Chapitre II : les procédés de traitement des eaux usées

II.1 .Introduction	15
II.2.La nécessité de l'épuration des eaux usées.....	15
II.3.La station d'épuration	15
II.4.Critères de choix du procédé d'épuration.....	16
II.5.Les procédés de traitement des eaux usées	16
II.5.1.Prétraitement	16
II.5.1.1. dégrillage.....	16
II.5.1.2.Dessablage.....	17
II.5.1.3.Déshuilage-Dégraissage.....	17
II.5.2. Le traitement primaire.	18
II.5.3. Le traitement secondaire.....	19
II.5.3.1.les procédés a culture fixée.....	19
II.5.3.1.1.Le lit bactérien	19
II.5.3.1.2.Les disque biologiques.....	20

II.5.3. 2. Les procédés à culture libre.....	21
II.5.3. 2. 1. les boues activées	22
II.5.3. 2.2.le lagunage	23
II.5.3. 2.2.1.Le lagunage aéré.....	23
II.5.3. 2.2.2.Le lagunage naturel.....	24
II.5.4. Le traitement tertiaire.....	25
II.5.4.1.L'élimination de l'azote.....	25
II.5.4.1.1.La nitrification.....	25
II.5.4.1.2-La dénitrification.....	26
II.5.4.2.L'élimination du phosphore.....	26
II.5.4.2.1.La déphosphatation physico-chimique	26
II.5.4.2.2. La déphosphatation biologique.....	26
II.5.4.3. La désinfection	27
II.6 Conclusion	28

Chapitre III : Présentation de la station d'épuration El karma

III.1.Introduction	29
III.2. Données de base	29
III.3. Présentation du fonctionnement	29
III.3.1.Alimentation de la station	30
III.3.2.Traitement des eaux	30
III.3.2.1.le prétraitement	30
III.3.2.1.1. dégrillage grossier	30
III.3.2.1.2. Dégrillage fin.....	31
III.3.2.1.3.Dessablage, déshuilage.....	32
III.3.2.2. Décantation primaire	33
III.3.2.3. traitement secondaire (biologique).....	34
III.3.2.4. Décantation secondaire (Clarification.....	35
III.3.2.5. Désinfection par chlore.....	35
III.3.3. traitement de la boue	36
III.4.Conclusion	38

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV .1.Introduction.....	39
IV. 2. Prélèvement et échantillonnage	39
IV.3. Analyses effectuées au niveau de la STEP.....	40
IV.3.1. La température.....	40
IV.3.2. Le pH	40
IV.3.3. la conductivité électrique (CE).....	41
IV.3.4. L'oxygène dissous	42
IV.3.5. Les matières en suspension (M.E.S).....	42
IV.3.6. Paramètres par absorption atomique.....	45
IV.3.6.1. Principe d'absorption atomique par spectrophotomètre.....	45
IV.3.6.2.La demande chimique en oxygène(DCO).....	45
IV.3.6.3.La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	46
IV.3.6.4 .les nitrates NO ₃ ⁻	47
IV.3.6.5. Les nitrites NO ₂ ⁻	48
IV.3.6.6. L'azote total	49
IV.3.6.7. Le phosphore total.....	50
IV.3.6.8. phosphate PO ₄ ³⁻	50
IV.3.6.9. Ammonium NH ₄ ⁺	51
IV.3.6.10.Chrome	51
IV.3.6.11. Zinc	52
IV.3.6.12. Cuivre	53
IV.4. Analyses effectuées au sein de LSPBE –USTO MB-	53
IV.4.1.description du photomètre multi paramètres HI 83200	54
IV.4.2. détermination du phosphate	54
IV.4.3. détermination des nitrites	55
IV.4.4. détermination du chrome	55
IV.5. Conclusion	56

Chapitre V : Résultats et discussions

V.1.Introduction	57
V.2.Résultats et discussion des analyses physico-chimiques (STEP).....	57
V.2.1.La température	57
V.2.2. pH	58
V.2.3 la conductivité	59

V.2.4 Matières en suspension (MES).....	60
V.2.5. Demande chimique en oxygène (DCO).....	61
V.2.6 Demande biochimique en oxygène (DBO5)	62
V.2.7. le phosphore total	63
V.2.8.l'azote	64
V.3. calcul de l'efficacité de traitement	65
V.3.1.calcul de rendement des MES.....	65
V.3.2 calcul de rendement du DCO	66
V.3.3.Calcul de rendement du DBO5.....	67
V.3.4.Calcul de rapport DCO/DBO5.....	67
V.4.résultats des Analyses physico-chimiques (LSPBE).....	69
V.4.1.Nitrites	69
V.4.2.phosphate	69
V.4.3.chrome	69
V.5.conclusion	70
Conclusion générale.....	71
Annexes	
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure II.1 :	Schéma du prétraitement.....	18
Figure II.2:	Schéma d'un décanteur primaire.....	19
Figure II.3 :	Schéma du traitement biologique par lit bactérien.....	20
Figure II.4:	Schéma du traitement biologique par disques biologiques.....	21
Figure II.5:	Schéma du traitement biologique par boues activées.....	23
Figure II.6:	Schéma de principe d'un lagunage aéré.....	24
Figure II.7:	Schéma de principe d'un Lagunage naturel.....	24
Figure III.1 :	Schéma Des différentes étapes de traitements au niveau STEP el karma.....	30
Figure V.1 :	Variation de la température des eaux brutes et traitée dans le temps (période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	58
Figure V.2:	Variation journalière de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	59
Figure V.3:	Variation journalière de la conductivité des eaux usées brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	60
Figure V.4:	Variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées dans le temps.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	61
Figure V.5:	Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	62
Figure V.6:	Variation journalière de la demande biochimique en oxygène (DB05) des eaux brutes et traitées dans le temps. (période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	63
Figure V.7:	Variation journalière de phosphore total des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	64
Figure V.8:	Variation journalière de l'azote des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	65
Figure V.9:	Variation journalière de rendement de MES dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	66
Figure V.10:	Variation journalière de rendement de DCO dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	66

Figure V.11: Variation journalière de rendement de la DBO5 dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	67
Figure V.12: Variation journalière du rapport DCO/DBO5 dans le temps, à l'entrée de la STEP. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).....	68
Figure V.13 : Résultat d'analyse de nitrites dans l'eau traitée (période :18/04/2018 , 30/04/2018 , 31/05/2018).....	69
Figure V.14 : Résultat d'analyse de phosphate dans l'eau traitée (période :18/04/2018 , 30/04/2018 , 31/05/2018).....	69
Figure V.15: Résultat d'analyse du chrome dans l'eau traitée (période : 18/04/2018, 30/04/2018 , 31/05/2018).....	70

Liste des photos

Photo III.1 :	Grille grossière manuelle.....	31
Photo III.2:	Rétention mécanique des déchets	32
Photo III.3 :	Déssableur-déshuileur.....	33
Photo III.4. :	Décanteur primaire.....	34
Photo III.5 :	Bassin d'aération.....	35
Photo III.6 :	Bassin de chloration.....	36
Photo III.7 :	Épaississeurs gravitaires.....	37
Photo III.8 :	Digesteur anaérobie.....	37
Photo III.9:	Gazomètre.....	37
Photo IV.1:	Prélèvement à l'entrée.....	39
Photo IV.2:	Prélèvement à la sortie.....	39
Photo IV.3:	Prélèvement au décanteur primaire.....	40
Photo IV.4 :	pH mètre.....	41
Photo VI.5 :	Conductimètre.....	42
Photo IV.6 :	Oxymètre.....	42
Photo IV.7 :	Balance analytique.....	44
Photo IV.8 :	Dispositif d'aspiration.....	44
Photo IV.9 :	Papier filtre.....	44
Photo IV.10 :	Dessiccateur	44
Photo IV.11 :	Étuve chauffée.....	44
Photo IV.12 :	Réactifs à DCO.....	46
Photo IV.13 :	Thermo Réacteur.....	46
Photo IV.14 :	Spectrophotomètre.....	46

Photo IV.15 : Flacons à DBO	47
Photo IV.16 : DBO mètre.....	47
Photo IV.17 : Photomètre HI 83200.....	54

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Avantages et inconvénients de traitement physico-chimique.....	18
Tableau II.2 : Avantages et inconvénients de traitement biologique par lits bactériens.....	20
Tableau II.3 : Avantages et inconvénients de traitement biologique par disques biologiques..	21
Tableau II.4 : Avantages et inconvénients de traitement biologique par boues activées.....	22.
Tableau II.5: Avantages et inconvénients du traitement biologique par lagunage.....	25
Tableau III.1 : Les caractéristiques de la STEP el karma.....	29
Tableau III.2 : Dimensions d'un dessaleur, canal de déshuilage.....	32
Tableau III.3 : Dimensions d'un décanteur primaire.....	33
Tableau III.4 : Dimensions d'un bassin d'aération.....	34

Liste des abréviations

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Cm: La charge massique exprime en kg DBO5 / kg MVS.j.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

EH : l'équivalent habitant.

H2O : eau..

MES : Matière En Suspension (mg/l).

NH+4: l'azote ammoniacal (mg/l).

NO2-: nitrites (mg/l).

NO3-: nitrates (mg/l).

pH : potentiel Hydrogène.

PO4-3: orthophosphates (mg/l).

STEP: Station d'Epuration.

T : Température.

LSPBE : Laboratoire de Synthèse organique, Physico-chimie, Biomolécules et Environnement

Introduction générale

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 physiques et chimiques uniques et incroyables. Pour la majorité des êtres humains, elle constitue une ressource vitale, rare et difficile à prélever. Au contraire, pour d'autre, cette boisson abondante, utilisée naturellement chaque jour, elle est devenue une habitude normale et banale. Certains la gaspillent, d'autre 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. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée.

Les eaux usées sont des «eaux polluées», constituées de toutes les eaux de nature à contaminer, par des polluants physiques, chimiques et biologiques. La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental primordial. Les polluants contenu dans les eaux usées ont des origines diverses, on distingue cinq principales catégories de pollueurs : l'industrie, l'agriculture, les ménages, les transports et l'urbanisation. Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale pollution qui affecte nos cours d'eaux et plus généralement tout le milieu naturel. Il s'agit donc ici d'une problématique environnementale qui mérite une attention particulière car l'impact sur la santé humaine peut s'avérer fort important. Les eaux usées rejetées dans le milieu naturel sans traitement adéquat sont la principale cause de l'insuffisance de la qualité de l'eau.

L'épuration des eaux usées a pour objectif de rejeter dans le milieu naturel des eaux d'une qualité suffisante que pour altérer le moins possible le milieu récepteur. Ces eaux usées peuvent être chargées par de nombreux polluants et constituent de milieux parfois très complexes. L'analyse de ces eaux usées permet d'identifier la ou les substances indésirables qu'on doit éliminer a priori lors d'un traitement d'épuration. La charge polluante dans une eau peut être évaluée à partir de certains paramètres. Pour cela il faut s'inquiéter de la qualité de l'eau rejetée afin de préserver la santé publique.

Introduction générale

Notre travail se résume au contrôle de l'élimination de la matière organique et minérale ainsi que la qualité microbiologique des eaux usées de la station d'épuration d'ELKERMA de la wilaya d'Oran, et cela après la sortie en le comparant avec celle de l'eau brute.

Notre travail est divisé en cinq chapitre dont :

- Le premier chapitre portera une généralité sur les eaux usées.
- Le deuxième chapitre nous présentons les différents procédés de traitement des eaux usées.
- Le troisième chapitre s'intéresse à la présentation de la station d'épuration d'ELKERMA - Oran
- Le quatrième chapitre est consacré aux méthodes et matériels.
- Le dernier chapitre ou on discute les résultats obtenus par les analyses physico-chimiques
- Enfin une conclusion générale.

I.1.Introduction

En parlant de l'eau usée il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différents types de pollution engendrées par le rejet de ces eaux. Dans ce chapitre nous allons donner un récapitulatif des principales connaissances sur les eaux usées, en passant aussi en revue les paramètres physiques, chimique et bactériologiques les plus rencontrées dans les eaux usées.

I.2.Définition des eaux usées

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage. Les eaux usées sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Elles constituent généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. [1].

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leurs transports, ces eaux sont modifiées d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris. [2].

I.3. Origine des eaux usées

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. [3]. Donc les eaux usées sont constituées par :

*eaux usées d'origine domestique *eaux usées d'origine agricole

*eaux usées d'origine industrielle *eaux usées d'origine pluviale.

I.3.1 Les eaux usées domestiques

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines (urines, fèces), les eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produits d'entretiens ménagers, elles présentent une bonne biodégradabilité. [1].

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme.

I.3.2 Les eaux usées industrielles

Les eaux usées d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. [3]. Ces caractéristiques varient selon l'activité de l'entreprise en question.

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

- Les métaux toxiques ;
- Les toxines organiques ;
- Les huiles et graisses ;
- Les sels ;
- La pollution organique.

I.3.3 Les eaux usées agricoles

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

L'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides...). [2]

I.3.4 Les eaux usées pluviales

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes :

- Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées ;
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs. [4]

I.4. Pollution des eaux usées

I.4.1. Définition de la pollution

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons.

I.4.2. Survol de la diversité des polluants

Il existe plusieurs types de polluants dans l'eau usée. Ils ont été mis en évidence progressivement et grâce aux améliorations techniques de détection. Les premiers éléments à avoir attiré l'attention ont été les bactéries, à l'origine de problèmes sanitaires, tels le choléra. Les eaux usées domestiques sont aussi source de matière organique, dissoute ou sous forme particulaire qui contient du carbone, de l'azote et aussi du phosphore ; ces substances nutritives en trop fortes concentrations enrichissent, parfois jusqu'à l'asphyxie le milieu où elles sont déversées, sols et eaux de surface.

Les polluants que l'on découvre aujourd'hui sont des composés actifs tels que les détergents, les médicaments, les œstrogènes et des perturbateurs endocriniens. Leur présence est à relier

directement à leur utilisation quotidienne dans la population. Ces nouveaux polluants sont autant des défis à relever et autant de nouvelles technologies à créer pour y répondre.

I.4.3 Les principaux types de pollutions

I.4.3.1 Pollution physique

Une pollution de nature physique peut être mécanique, thermique ou radioactive.

- Une pollution mécanique est due à une charge importante des eaux en éléments en suspension (particules de charbon, d'amiante, de silice, de sable, de limon, etc....) provenant d'effluents industriels ou d'eaux usées de carrières, ou de chantiers divers.
- Une pollution thermique quant à elle est causée par le rejet d'eaux chaudes provenant des centrales électriques ou nucléaires, des sources thermales. A côté de leur influence directe sur les biocénoses, elles ont pour effets indirects :

- une baisse sensible de la teneur en oxygène dissous surtout si le milieu aquatique est chargé de matières organiques. [5].

- une augmentation de la toxicité de certaines substances. Ainsi, la toxicité du cyanure de potassium est multipliée par deux pour un accroissement thermique de 10°C. [5].

- une réduction de la résistance des animaux et une multiplication des agents pathogènes. [6].

- La pollution par les agents radioactifs est pour sa part limitée par le contrôle strict effectué dans les installations nucléaires ; toutefois, les risques demeurent dans certains hôpitaux face aux déchets d'utilisation des radioéléments.

I.4.3.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories :

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.

- Les hydrocarbures.
- Les détergents. [7].

I.4.3.3. Pollution microbiologique

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire. [8].

La contamination microbiologique a des conséquences importantes sur la santé humaine. L'importance de cette pollution dépend également des conditions d'hygiène des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

I.5. Les paramètres de pollution

I.5.1. les paramètres organoleptiques

I.5.1.1. La Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit). [1].

I.5.1.2 La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleue claire car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. [3].

I.5.2. les paramètres physiques

I.5.2.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu. [3]. Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc.

I.5.2.2. Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde. [6].

I.5.2.3 Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible. [8].

I.5.2.4. Matières en suspension (M.E.S)

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100 μ m) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10-2 μ m). [1].

I.5.2.5. Débit

Le principal intérêt de la mesure du débit est le fait qu'il permet de quantifier la pollution rejetée par l'intermédiaire de << l'équivalent habitant >> qui exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour. [9].

I.5.3.les paramètres chimiques

I.5.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH)

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.

I.5.3.2. 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. [1]. La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de $1cm^2$. L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

I.5.3.3 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.

I.5.3.4. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quel que soit leur origines organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation. [3].

La DCO est la concentration, exprimée en mg. L-1, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme. [1].

I.5.3.5. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. [3].

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO5) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

I.5.3.6. Autres éléments

a. Azote

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique a essentiellement une origine urinaire, sous forme organique et ammoniacale, On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte. L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire. [10]

b. Nitrites (NO₂-)

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Elles constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à des très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température.

c. Nitrates (NO₃-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacter) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu.

d. Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine. [11].

e. 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. [12].

I.5.4 Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène. [3].

Vu leur rôle dans le processus, il nous a paru utile l'étude de quelques bactéries les plus rencontrées :

I.5.4.1. Les coliformes

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae.

A. Les coliformes totaux (CT)

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sol, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (*E. coli*). [13].

Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant un enzyme qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier. [14].

Les principaux genres bactériens inclus dans le groupe sont : Nitrobacter, Entérobactérie, Escherichia, Klebsiella et Serratia. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'E. coli ainsi que des rares bactéries pathogènes opportunistes.

B. Les coliformes fécaux (CF)

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5C°. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'Escherichia coli et, dans une moindre mesure, certaines espèces de genres Nitrobacter, Enterobacter, et Klebsiella. [15].

Bien que la présence des coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matières organiques, tel que les effluents industriels.

L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales.

Par ailleurs, puisque les coliformes fécaux ne prolifèrent habituellement pas dans un réseau de distribution, ils sont utiles pour vérifier son étanchéité, permettant de détecter une contamination fécale découlant par exemple d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations. Ils sont aussi de bons indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, mais comme leur nombre est moins élevé que celui des coliformes totaux, ces derniers sont préférables pour cette fonction. [16].

C. Entérocoques et Streptocoques fécaux

La classification générale des streptocoques fécaux a été modifiée dans les années 80 par la création d'un nouveau genre, Enterococcus. Le genre Entérocoques comprend une vingtaine d'espèces qui se retrouvent dans différents habitats et chez différents hôtes, et souvent dans le tractus gastro-intestinal des humains et de plusieurs animaux. Quant aux streptococcus (groupe D) susceptibles de contaminer les eaux d'approvisionnement, ils sont plutôt typiques des déjections animales, comme streptococcus bovis. La persistance des entérocoques dans divers types d'eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs, notamment à cause de leur résistance notoire aux agents désinfectants [17], ce qui fait d'eux des indicateurs

privilegiés pour évaluer l'efficacité de traitement de l'eau. Comparativement aux coliformes (incluant *E. coli*), les entérocoques sont plus résistants à des conditions environnementales difficiles et persistent plus longtemps dans l'eau. [18]

I.6. Règlementation algérienne

Vu le décret exécutif n° 09-209 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, et vu la constitution des lois et des décrets suivants :

- Loi n° 05-12 correspondant au 4 août 2005, relative à l'eau ;
- Décret présidentiels n° 09-128 correspondant au 27 avril 2009 ;
- Décret présidentiel n° 09-129 correspondant au 27 avril 2009 ;
- Décret exécutif n° 02-68 correspondant au 6 février 2002 fixant les conditions d'ouvertures et d'agrément des laboratoires d'analyses de la qualité ;
- Décret exécutif n° 09-53 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du cahier des charges-type pour la gestion par concession du service public d'assainissement ;

3 chapitres incluant 16 articles qui nous décrivent :

- Les procédures d'autorisation de déversement ;
- Les contrôles des prélèvements et des analyses effectuées ;
- Les dispositions finales concernant la conformité des installations de prétraitement existantes.

A titre d'exemple :

- Article 3 (concernant les procédures de déversement) : la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques ne peut, en aucun cas, dépasser, au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, les valeurs limites maximales définies en annexe du décret.
- Article 12 (concernant les contrôles d'analyses) : lorsque les résultats d'analyses montrent que les eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai qu'elle lui aura

fixé, l'ensemble des mesures et actions à même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.

- Article 15 (concernant les dispositions finales) : les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas 1 an après la date de la publication du présent décret du journal officiel. [19]

I.7. Conclusion

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels. La pollution des eaux usées se caractérise par des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

II.1. Introduction

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie.

La station d'épuration (STEP) permet de traiter ces eaux de manière à réduire leur degré d'altération. Les normes de rejet précisent les caractéristiques de ces eaux selon l'usage ultérieur et imposent par conséquent le niveau d'épuration à atteindre.

Les procédés d'épuration des eaux usées sont nombreux et très différents l'un par rapport l'autre, ce chapitre vise essentiellement à définir chacun d'eux. Le principe de fonctionnement, les avantages et les inconvénients de chaque procédé sont également illustrés.

II.2. La nécessité de l'épuration des eaux usées

Après l'utilisation de l'eau par le ménage, l'eau charrie avec elle les saletés, visibles à l'œil nu ou non, qui la rendent nocive pour l'environnement et impropre à sa réutilisation future d'où la nécessité de la traiter au niveau des STEP.

L'eau usée domestique contient :

- Des éléments physiques : déchets ménagers versés par inadvertance dans la conduite d'eau (contenants plastiques, épluchures, etc.).
- Des éléments chimiques : rejetés après les toilettes, la lessive et le lavage des vaisselles ou de la voiture à l'instar des détergents, des savons, des produits cosmétiques ou encore les huiles de cuisson ou les graisses et résidus de carburant des voitures.
- Des éléments organiques comme les restes de nourriture ou les déjections qui passent du WC à la fosse septique [20]

II.3. La station d'épuration

C'est une installation généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte dont le rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux,
- Protéger l'environnement,
- Protéger la santé publique,
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

Une station d'épuration comprend en général les étapes de traitement suivantes:

- Prétraitements
- Traitements primaires
- Traitements secondaires
- Traitements tertiaires
- Traitement complémentaire[21]

II.4. Critères de choix du procédé d'épuration

Le choix de procédé d'épuration repose sur :

- Le degré de pollution et nature des eaux à traiter (DCO, DBO5, MES...)
- La facilité d'exploitation, de gestion et d'entretien.
- La disponibilité du terrain et du site récepteur,
- La nature du sol, les facteurs climatologiques...
- Le coût d'investissement, et d'exploitation
- Qualification du personnel d'exploitation.
- Le rapport DCO/ DBO5 est une indication très importante pour le choix du procédé de traitement à effectuer, donne une estimation de la biodégradabilité des matières présentes dans l'eau usée, (la biodégradabilité est la capacité d'une substance, ou son aptitude à être décomposée par les bactéries).[22]

II.5. Les procédés de traitement des eaux usées

II.5.1. Prétraitement

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute [23]

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage) qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements [24]

II.5.1.1. Dégrillage

Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille, on distingue :

- Un pré dégrillage : l'espacement des barreaux varie de 30 à 100mm.
- Un dégrillage moyen : l'espacement des barreaux varie de 10 à 25mm.
- Un dégrillage fin : l'espacement des barreaux varie de 3 à 10mm. [23]

Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », cette opération facilitant leur dispersion [24]

II.5.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage.

Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage. [26]

II.5.1.3. Déshuilage-Dégraissage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air au fond du bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface, puis sont stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération).

Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations [27]. L'image ci-dessous représente les étapes du prétraitement :

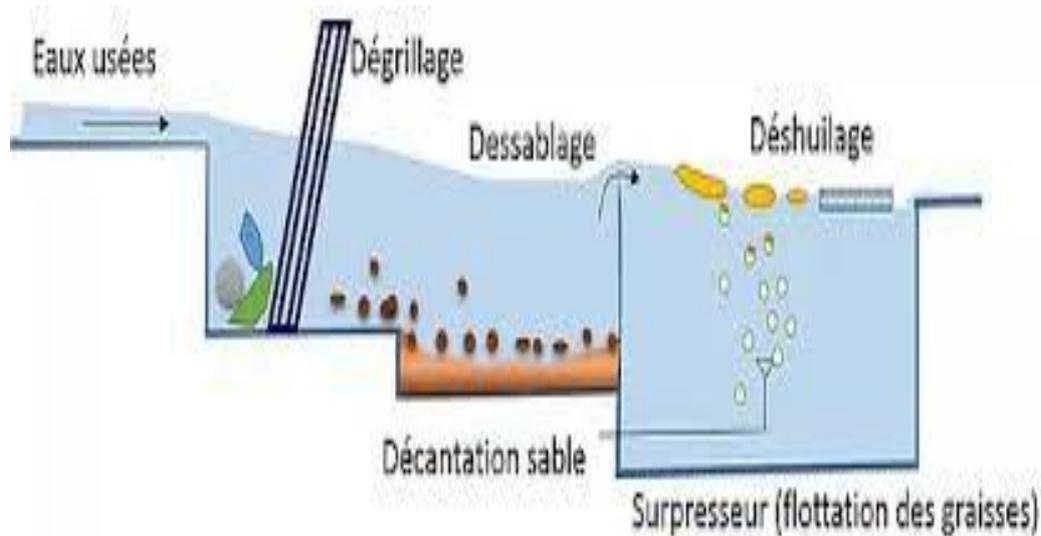


Figure II.1 : Schéma du prétraitement

II.5.2. Le traitement primaire

Après les prétraitements, les effluents conservent une charge polluante dissoute et des matières en suspension.

Le traitement primaire alors fait appel à des procédés physiques, avec décantation des matières en suspension décantables en deux heures sous l'effet de la pesanteur qui permet d'éliminer 50 à 55 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO. Et des procédés physico-chimiques avec la coagulation-floculation qui permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO. Cette technique comporte une première phase d'adjonction d'un réactif, qui provoque l'agglomération des particules en suspension, puis une accélération de leur chute au fond de l'ouvrage. Les amas de solides ainsi obtenus sont appelés "flocs". [28]. Le tableau qui suit donne les principaux avantages et inconvénients de traitement physico-chimique.

Le tableau II.1. Avantages et inconvénients de traitement physico-chimique.

Avantages	Inconvénients
- Bonne élimination des MES et du Phosphore - Adapté aux variations de charges (zone touristique, industriels) - Insensible au non biodégradabilité des effluents	- Coûts d'exploitation élevés (réactifs) - Élimination incomplète de la pollution organique et de l'azote - Plus grande quantité de boues produites

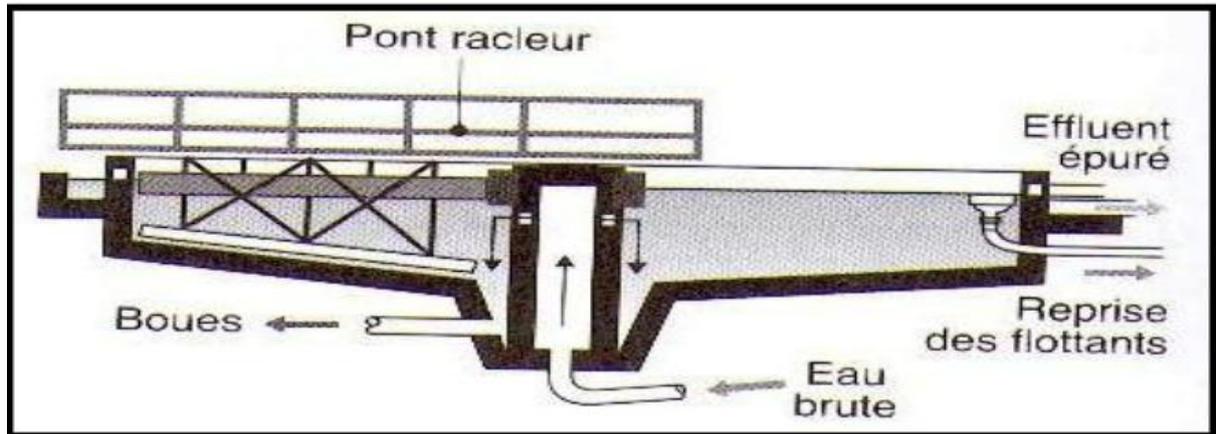


Figure II.2: Schéma d'un décanteur primaire[29]

II.5.3. Le traitement secondaire (biologique)

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées.

Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires.

Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floccs et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes [30]. Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

II.5.3.1.les procédésà culture fixée

Où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports. L'eau à traiter coule au contact de ces supports, les micro-organismes fixent donc la pollution organique et la dégradent.

II.5.3.1.1. Le lit bactérien

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

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contrecourant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 [30] Le tableau II.2 qui suit donne les principaux avantages et inconvénients de traitement biologique par lits bactériens.

Le tableau II.2 : avantages et inconvénients de traitement biologique par lits bactériens

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées. -Faible consommation d'énergie. -Bonne décantabilité des boues. -L'exploitation d'une station à lits bactériens reste très simple. 	<ul style="list-style-type: none"> -Coûts d'investissement assez élevés. -Source de développement d'insectes et d'odeurs. -Sensibilité au colmatage et au froid. -Boues fermentescibles.

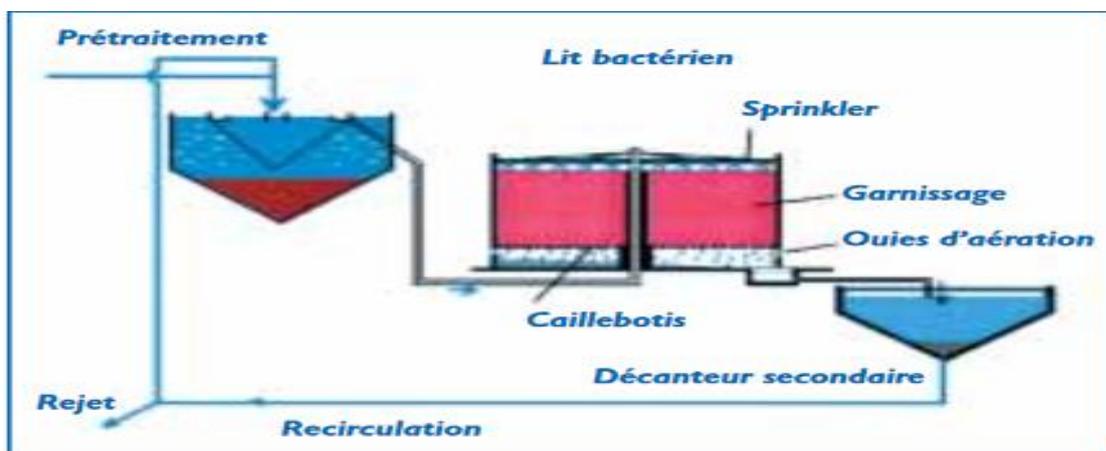


Figure II.3 : Schéma du traitement biologique par lit bactérien[31]

II.5.3.1.2. Les disques biologiques

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

20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn-1. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel[29], Le tableau II.3 qui suit donne les principaux avantages et inconvénients de traitement biologique par disques biologiques

Tableau II.3 : avantages et inconvénients de traitement biologique par disques biologiques

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Résistance au froid (les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment). -L'exploitation de ce procédé est relativement simple ne nécessitant pas de recyclage. -Généralement adaptés pour les petites collectivités. -Faible consommation d'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> -Très sensibles à la qualité des eaux à traiter. -La sensibilité au gel et aux huiles et graisses. -Coûts d'investissement assez élevés. -Ce procédé pose des problèmes dans la construction

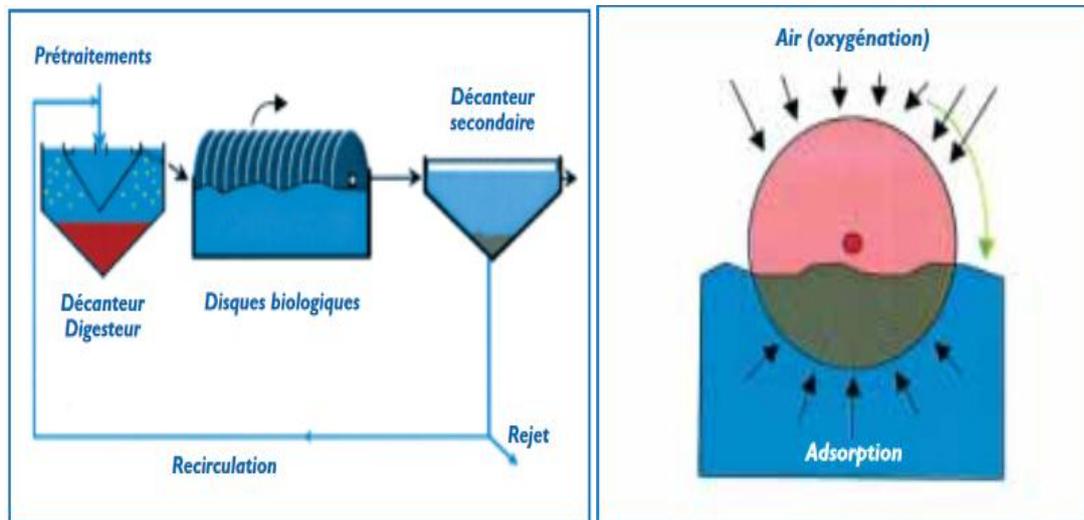


Figure II.4: Schéma du traitement biologique par disques biologiques[31]

II.5.3. 2. Les procédés à culture libre

Où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter. Les microorganismes fixent la pollution et se développent sous forme de floccs biologiques que l'on peut séparer de l'eau traitée par décantation. Les bactéries épuratrices se développent librement dans le bassin d'aération.

II.5.3. 2. 1. Les boues activées

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels.

Le procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation). Afin d'éviter la décantation des floes dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante.

Le bassin d'activation peut être précédé d'un décanteur primaire dans le but d'éliminer les matières décantables et suivi d'un clarificateur pour la séparation de l'effluent épuré et des boues, une partie des boues est renvoyée dans l'aérateur pour le réensemencement permanent ou réinjectée en tête de station, l'autre en excès, est éliminée et doit faire l'objet d'un traitement séparé [31]. Le tableau II.4 qui suit donne les principaux avantages et inconvénients de traitement biologique par boues activées.

Tableau II.4 : avantages et inconvénients de traitement biologique par boues activées.

Avantages	Inconvénients
-adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ; -bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5, par nitrification et dénitrification) ; -adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ; -boues légèrement stabilisées ; -facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.	-coûts d'investissement assez importants ; -consommation énergétique importante ; -nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ; -sensibilité aux surcharges hydrauliques ; -décantabilité des boues pas toujours faciles à maîtriser ; -forte production de boues qu'il faut concentrer

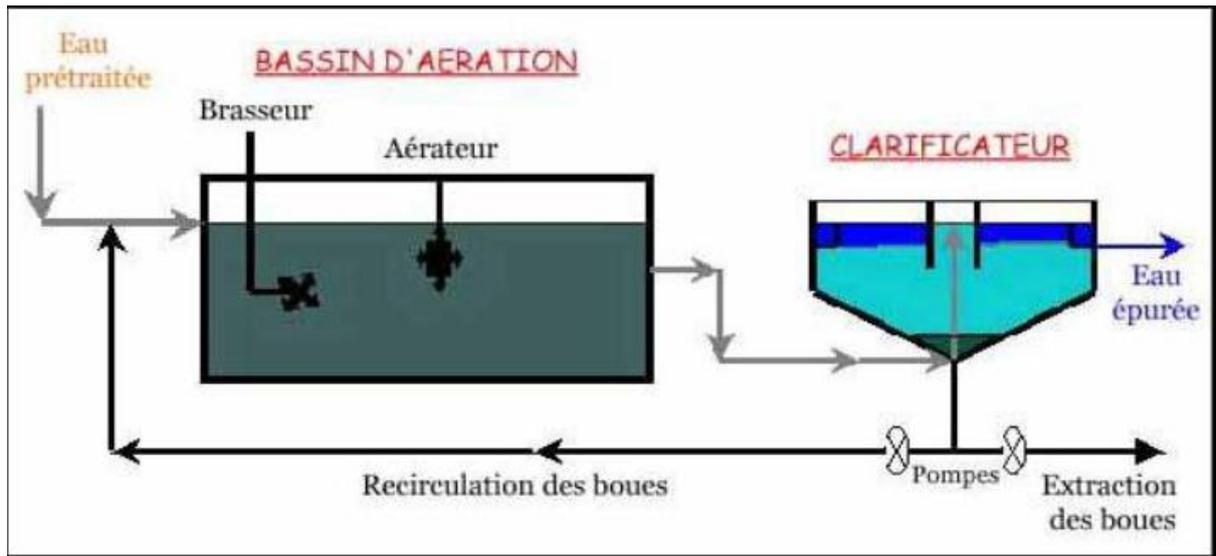


Figure II.5: Schéma du traitement biologique par boues activées.

II.5.3. 2.2. Le lagunage

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux [32]

II.5.3. 2.2.1. Le lagunage aéré

Le lagunage aéré est un procédé de traitement biologique principalement aérobie, en cultures libres qui se différencie des boues activées par l'absence de recirculation de la culture bactérienne séparée par décantation avant rejet des eaux traitées [33].

Il s'agit d'un ou plusieurs bassins de 2 à 4 mètres de profondeur, dans lesquels l'apport d'oxygène est fourni par un système artificiel (aérateurs de surface, diffuseurs d'air), on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel [34].

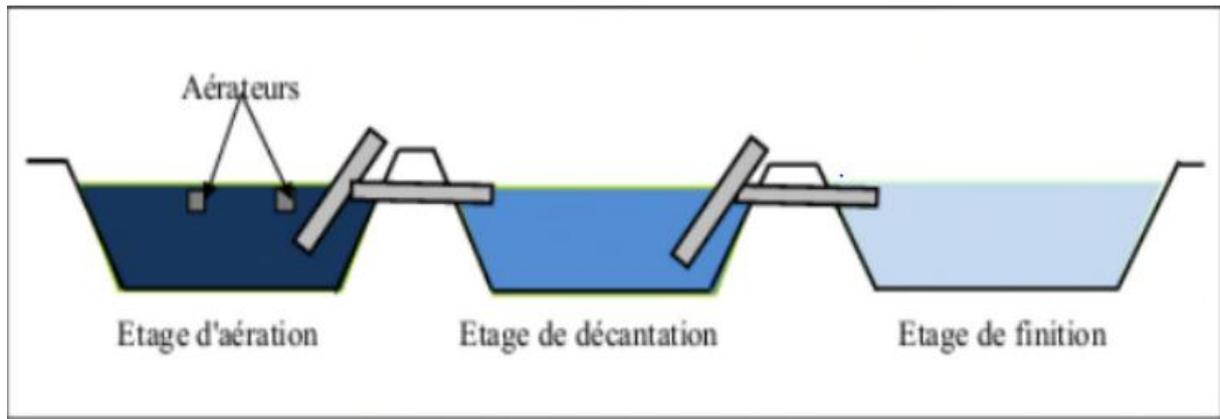


Figure II.6: schéma de principe d'un lagunage aéré

II.5.3. 2.2.2. Le lagunage naturel

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. 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 3.

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.

Le gaz carbonique formé par les bactéries, ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées, permettent aux algues de se multiplier. Il y a ainsi prolifération de deux populations interdépendantes : les bactéries et les algues planctoniques, également dénommées "microphytes".

Ce cycle s'auto-entretient tant que le système reçoit de l'énergie solaire et de la matière organique. En fond de bassin, où la lumière ne pénètre pas, ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique. Un dégagement de gaz carbonique et de méthane se produit à ce niveau [35].

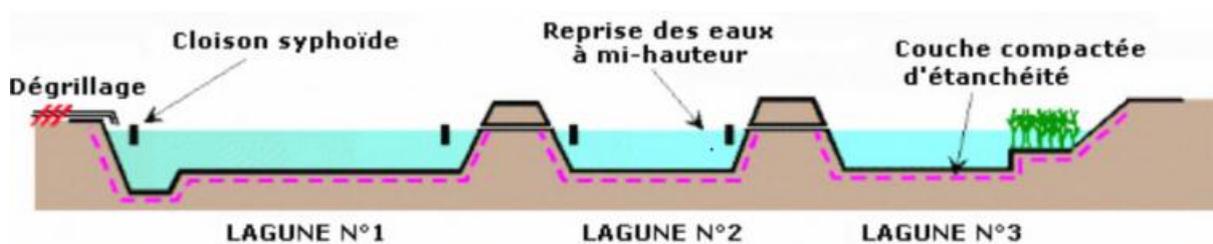


Figure II.7: schéma de principe d'un Lagunage naturel

Tableau II.5: Avantages et inconvénients du traitement biologique par lagunage.

Avantages	Inconvénients
-Fiabilité et facilité d'exploitation Bonne adaptation aux à-coups des flux polluants -Investissement modéré si l'on dispose de surfaces en terrains importants dont la nature, la structure et la topographie sont adaptées -Coût d'exploitation limité et ne nécessite pas la qualification du personnel	-Nécessité de surfaces importantes en terrains. -Contraintes de sous-sol : terrains imperméables (protection de la nappe). -Risques de prolifération de moustiques et d'odeurs (pour les bassins anaérobies). -Curage périodique indispensable.

II.5.4. Le traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires [36]. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

II.5.4.1. L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration prévues pour éliminer les matières carbonées n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place.

[37].

Les eaux résiduaires contiennent différents composés azotés : protéines, urée et produits de décomposition ainsi que de l'azote sous forme minérale. Son élimination biologique se réalise en deux étapes qui sont chronologiquement la nitrification et la dénitrification.

II.5.4.1.1. La nitrification

La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes autotrophes en milieu aérobie. Et qui conduit à la transformation de consiste en l'oxydation de l'azote organique sous forme d'un ammoniac en nitrate en 2 étapes :

- Nitrosation : ou l'ammoniac est d'abord converti en nitrite (NO₂⁻) par des bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas) : $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

- Nitrification : Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter) : $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Le temps de rétention des eaux dans le bassin d'aération doit donc être assez long

II.5.4.1.2-La dénitrification

La dénitrification est le processus par lequel les bactéries dé-nitrifiantes anaérobies convertissent le nitrate en azote gazeux (N_2) qui retourne à l'atmosphère.

Cette relation est réalisée par le fait que, en absence d'oxygène, ces bactéries sont capables d'utiliser immédiatement l'oxygène des nitrates comme un oxydant. En pratique, cette étape sera réalisée grâce à un bassin tertiaire anaérobie [38].

II.5.4.2. L'élimination du phosphore

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

II.5.4.2.1. La déphosphatation physico-chimique

Elle est réalisée au moyen de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium ou encore par de la chaux, qui donnent naissance à des précipités ou complexes insolubles séparés de l'eau par des techniques de séparation de phase solide-liquide (Décantation).

C'est la technique la plus utilisée actuellement, élimine entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

II.5.4.2.2. La déphosphatation biologique

Repose sur le transfert du phosphore de la phase liquide (eaux usées à épurer) vers la phase solide (boues) par stockage intra-cellulaire; la boue s'enrichit progressivement en phosphore jusqu'à des teneurs très importantes. Il est alors très aisé d'assurer l'élimination du phosphore par simple soutirage des boues en excès.

Le rendement moyen est d'environ 60 %. Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis. [39]

II.5.4.3. La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) 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 le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont : le chlore gazeux, l'hypochlorite de sodium appelé communément " eau de Javel", l'hypochlorite de calcium, le chlore de chaux et le chlorite de sodium. [40]

➤ L'ozone

Est un oxydant puissant, la désinfection par l'O₃ 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. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité [41] Il existe aussi des traitements physiques tel que :

➤ Les rayons ultraviolets

Qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

➤ La filtration

Est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée. [42]

II.6. Conclusion

Malgré l'existence d'une variété des procédés de traitements des eaux usées, On doit également garder à l'esprit que des technologies parfaites assurant une épuration à 100% et sans déchets terminaux n'existeront probablement jamais ou alors à des coûts prohibitifs.

Dans ce chapitre nous avons cité les différentes étapes de traitement des eaux usées urbaines dans une STEPet précisé aussi quelques types de procédés par exemple : boues activée, lit bactérien, biodisque. L'intérêt consiste à trouver la méthode la moins coûteuse et celle qui présente une basse nuisance auditive et olfactive.

III.1. Introduction

Située au sud de la wilaya d'Oran a la commune el karma,La plus grande station d'épuration des eaux usées en Algérie, destinée pour traiter les eaux d'origine domestique de la wilaya d'Oran qui seront ensuite rejetées dans la grande Sebka.Elle est conçue sur la base de traitement biologique à moyenne charge avec stabilisation des boues.

La réalisation de cette station d'épuration a été effectuée par la société WABAC pendant 30 mois à partir du 01/03/2006. En mai 2009 la STEP est en exploitation par WABAC pendant 2ans, et le transfert de sa gestion vers SEOR s'est effectué en mai 2011. [43]

III.2. Données de base

Tableau III.1 : les caractéristiques de la STEP el karma [43]

Equivalent Habitant	1 526 000 Eq.H (270 100m ³ /j)
Charge massique de DBO₅ à l'entrée de la STEP	91 560 kg/j
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	228 910 kg/j
Charge massique des MES à l'entrée de la STEP	96 860 kg/j
Débit moyen journalier	270 096m ³ /j

III.3.Présentation du fonctionnementde la STEP el karma



Photo III.1 : Grille grossière manuelle

III.3.2.1.2. Dégrillage fin (4 unités)

Ensuite, l'eau subit un dégrillage automatique fin composé de quatre chenaux de dégrillage (espacement entre les barreaux = 10 mm), Les grilles mécaniques sont inclinées de 75° sur l'horizontale Offrant une grande surface de passage ; leur nettoyage se fait d'une manière très simple par une racle rigide qui épouse la forme des barreaux de la grille, ces grilles sont disposées sur un même axe perpendiculaire à l'axe du chenal d'amenée.

Les refus des dégrilleurs sont déchargés sur une bande transporteuse commune qui les transporte vers une presse laveuse. Ces refus sont ensuite lavés, ensachés et déchargés dans une benne. La vitesse moyenne de passage admise sont est 1,20 m/s.[43]



Photo III.2: Rétention mécanique des déchets qui sont ensuite pressés et évacués

III.3.2.1.3. Dessablage, déshuilage

Un chenal de sortie fait suite au poste de dégrillage en amenant les eaux dégrillées vers quatre chenaux de dessablage- déshuilage.

La flottation des huiles et le maintien en suspension des matières organiques sont assurés par de l'air insufflé dans les dessableurs. Les grains de sable décantent au fond de l'ouvrage dans une partie approfondie et sont ensuite extraits par le système air lift.

L'ouvrage est équipé de ponts racleurs suceurs jumelés animés d'un mouvement de « va-et-vient » destinés à extraire les sables déposés au fond de l'ouvrage ; qui seront transportés par la suite dans une rigole centrale qui débouche vers une fosse collectrice.

Le mélange eau et sable sera transporté vers un calibreur de sable situé à côté du dessableur. Le sable est asséché puis déchargé dans une benne., Les matières flottantes et les graisses s'accumuleront à la surface du déshuilage et seront raclées jusqu'à l'entrée d'un puits à graisses, les matières peuvent être régulièrement retirées de ce puits dans un réservoir mobile (tonne à lisier) et transportées vers les digesteurs ou une grande partie organique est transformée de façon anaérobie en biogaz.[43]

Tout l'ouvrage se compose de quatre canaux rectangulaires, de section trapézoïdale, avec les dimensions suivantes :

Tableau III.2. Dimensions d'un dessaleur, canal de déshuilage.[43]

Dimensions	Valeur
Longueur(m)	50
Largeur dessableur(m)	4.8
Largeur déshuileur (m)	2
Hauteur d'eau utile (m)	4.32
Surface (m ²)	336
Volume unitaire de la zone de dessablage (m ³)	900
Volume unitaire de la zone de dessalage/ déshuilage (m ³)	1039
Volume utile total (m ³)	4156

Le temps de séjour dans le dessablage correspondant au débit hydraulique maximal est d'environ 15 min. le taux de séparation des granulés de 150 micromètre sera donc de l'ordre de 95%.



Photo III.3 : Dessableur-déshuileur

III.3.2.2. Décantation primaire

L'eau ainsi prétraitée serait ensuite dirigée vers un ouvrage de répartition la divisant vers les quatre décanteurs primaires cylindro-coniques équipés de ponts racleurs afin de séparer les matières en suspension du liquide par pesantier.

Les matières en suspension tombent au fond du bassin constituant des boues primaires qui seront évacuées vers la filière de traitement des boues : l'épaississement primaire, les dimensions de chaque décanteur primaire sont récapitulées ci-après :

Tableau III.3 : dimensions d'un décanteur primaire. [43]

Dimensions	Valeurs
Diamètre (m)	49
Hauteur d'eau utile (m)	2.56
Surface (m ²)	1885
Volume utile total (m ³)	19300

Le taux d'élimination estimatif dans la décantation primaire est : DBO5 : 33%, DCO : 29%, MES : 63%.



Photo III.4. : Décanteur primaire

III.3.2.3. Traitement secondaire (biologique)

Afin d'assurer les objectifs de traitement, il a été prévu un traitement par boues activées à moyenne charge. Le réacteur biologique ou bassins d'aération constituent le cœur du procédé, dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine du phénomène aboutissant à l'épuration. A cette étape, on éjecte d'air par des aérateurs de surfaces : turbines lentes, turbines rapides.

L'alimentation des bassins d'aération sera réalisée par une conduite en béton débouchant dans un canal de répartition situé en amont. Dans le cas où un bassin est hors service, les eaux seront distribuées vers les trois autres bassins en service.

Pour la vidange éventuelle des bassins d'aération, deux pompes sont prévues à la sortie des bassins. Le bassin d'aération est conçu pour assurer un brassage homogène de la boue, éviter les dépôts de matières en suspension et l'érosion du fond ou des parois de l'ouvrage. [43]

Pour assurer les objectifs classiques appliqués à cette station d'épuration à boues activées, la géométrie du bassin d'aération est la suivante :

Tableau III.4. Dimensions d'un bassin d'aération. [43]

Dimensions	Valeur
Nombre de bassin	4
Longueur au plan d'eau (m)	89.8
Largeur au plan d'eau (m)	22.5

Hauteur d'eau (m)	5.25
Volume net total (m ³)	42 336



Photo III.5 : bassin d'aération

III.3.2.4. Décantation secondaire (Clarification)

Le rôle de la décantation secondaire est d'assurer une meilleure séparation de la biomasse de l'eau traitée et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées.

Après le traitement biologique, l'eau est dirigée vers un ouvrage de répartition la divisant par les huit décanteurs secondaires. Ces derniers ont le même principe que les décanteurs primaires, contenant un racleur qui tourne avec une vitesse 1 tour chaque 35 min.

Dans ces bassins les matières en suspension tombent au fond du bassin. Elles constituent des boues secondaires (actives) et l'eau sort par les conduites de débordement. Concernant les boues évacuées, une partie se dirige vers la filière de traitement des boues et l'autre vers le bassin d'aération.[43]

III.3.2.5. Désinfection par chlore

Après la décantation secondaire, l'eau arrive au bassin de contact, où on injecte le chlore comme un dernier traitement. Le bassin de contact sera de type à chicanes.

La désinfection des effluents a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger la zone de rejet (la sebkha d'Oran).

Sur la base d'un temps de séjour de 30 min pour le débit de pointe du temps de pluie, le bassin de contact présente un volume utile de 7700 m³. Le bassin de contact sera de type à chicanes et aura les dimensions suivantes :

Nombre d'ouvrage	: 2
Longueur	: 100 m
Largeur	: 10 m
Hauteur d'eau	: 4,05 m

Les eaux épurées à la sortie de la station d'épuration seront rejetées dans la grande sebkha..[43]



Photo III.6: Bassin de chloration

III.3.3. Traitement de la boue

Après avoir deux types de boues différentes, on passe à leurs traitements. Pour la boue active (secondaire) on utilise une partie pour la retourner au bassin d'aération par le vice d'Archimède. L'autre partie, va se diriger vers l'épaississement mécanique et la boue primaire vers l'épaississement primaire. Ensuite, les deux boues passent dans le bassin d'homogénéisation où elles sont mélangées et donnent une boue homogène.

Finalement, la boue se dirige vers le digesteur avec une température de 37°C. La boue va dégager des gaz qui vont passer par une conduite vers un gazomètre ou ils seront stockés. Une partie de ces gaz sera utilisée pour des chaudières du digesteur, l'autre partie sera brûlée. Après cette étape la boue se dirige vers l'étape de l'épaississement finale puis sera stocké dans des silos. Enfin, la boue va être mélangée avec de la chaux pour la rendre plus dure.[43]



Photo III.7 : Épaisseurs gravitaires



Photo III.8 : Digesteur anaérobie



Photo III.9: gazomètre

III.4. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de donner une description détaillée de la station d'épuration d'el karma et les conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées, à savoir le procédé a boue activée et d'autre part, le traitement des boues.

Nous avons par ailleurs mis l'accent sur quelques remarques :

- On peut irriguer des terres agricoles par les eaux traitées, mais malheureusement ces eaux se dirigent à travers un canal pour être évacuées vers la sebkha d'Oran
- On peut utiliser la boue comme des engrais en agriculture ou des dépolluants.

IV .1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de montrer la procédure expérimentale adoptée par le laboratoire de la STEP d'el karma afin de déterminer les paramètres physico-chimiques à savoir : la température, le pH, la conductivité électrique (CE), l'oxygène dissous, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DOB5), les nitrates(NO_3^-), les nitrites(NO_2^-), l'azote, le phosphore, le phosphate (PO_4^{3-}), l'ammonium(NH_4^+), métaux lourds (chrome, cuivre, zinc) ainsi que les analyses effectuées pour la détermination de quelques paramètres sur 3 échantillons d'eaux traitées de la STEP au sein du laboratoire de physico-chimie situé à la Faculté de Chimie–Université des sciences et de technologies d'Oran.

IV. 2. Prélèvement et échantillonnage :

Quotidiennement, des prélèvements d'eau sont effectués, à l'entrée de la STEP et à la sortie, et en fréquence d'un jour par jour au décanteur primaire.

Les prélèvements sont mis dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés, et sont analysés dans un délai de 24 h au maximum, afin d'éviter toute modification des concentrations de l'échantillon.



Photo IV.1:prélèvement à l'entrée



Photo IV.2:prélèvement à la sortie



Photo IV.3: prélèvement au décanteur primaire

IV.3. Analyses effectuées au niveau de la STEP

L'analyse physico-chimique de l'échantillon a été effectuée dans le laboratoire de la STEP d'el karma.

IV.3.1. La température

La température est déterminée en même temps que le pH par le pH mètre. [43]

IV.3.2. Le pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre, vérifié et étalonné au moins par deux solutions étalons (7 et 10 ou 7 et 4 suivant la mesure à réaliser).[43]

❖ Mode opératoire

- Vérifier que le pH mètre est connecté au réseau électrique ou que ses batteries sont en état de fonctionnement.
- Retirer la capsule contenant la solution de stockage (KCL) protégeant la sonde de mesure.
- Rincer cette dernière à l'eau distillée avant toute mesure.
- Plonger la sonde dans le milieu à analyser.
- Remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise.

Premier cas : pas de sonde de température

- Mesurer la température du milieu à analyser avec un thermomètre.
- Afficher la valeur sur le pH mètre.

- Relever la valeur de pH à la température mesurée.

Deuxième cas : il existe une sonde de température

- Plonger les deux sondes (température et pH).
- Relever les deux lectures : pH et température.
- Généralement la lecture s'effectue aux environs de 20°C.[43]



Photo IV.4: pH mètre

IV.3.3. La conductivité électrique (CE)

L'analyse s'effectue à l'aide d'un conductimètre sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de conductivité.

❖ Mode opératoire

- Vérifier les connexions sonde /conductimètre.
 - Rincer soigneusement la sonde du conductimètre avec l'eau distillée et l'essuyer délicatement.
 - Plonger la sonde dans l'eau.
 - Attendre la stabilité (quelques secondes) et lire le résultat.
 - Lorsque la lecture est terminée, rincer la sonde et la plonger dans l'eau distillée.
 - La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil en (ms/cm).
- La conductivité d'une solution est affectée par la température de la solution. Donc il est nécessaire de lire les mesures de conductivité à une température de référence de 25°C.[43]

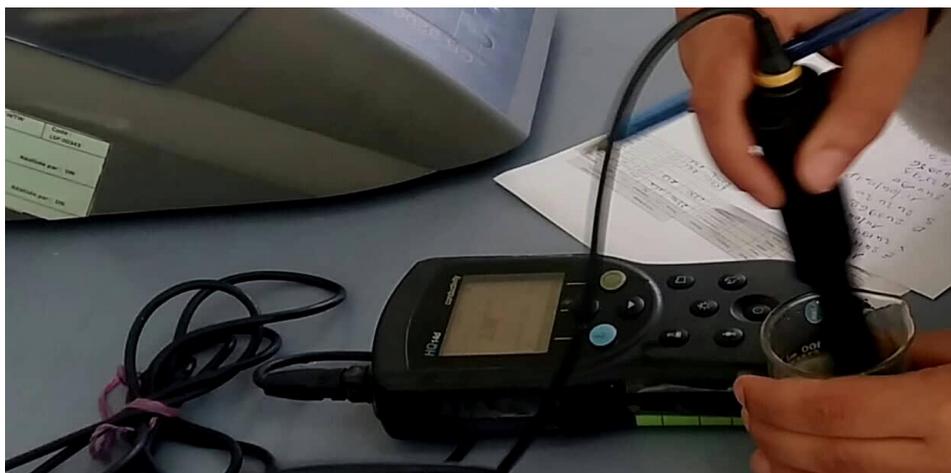


Photo VI.5 : conductimètre

IV.3.4. L'oxygène dissous

L'analyse s'effectue à l'aide d'un oxymètre sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde.

❖ Mode opératoire

- Allumer l'oxymètre,
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée,
- Tremper l'électrode dans l'eau à analyser ;
- Laisser stabiliser un moment ;
- Lire la concentration de l'oxygène dissous ;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage avec l'eau distillée,
- Le résultat est donné directement en mg/l.[43]



Photo IV.6 : oxymètre

IV.3.5. Les matières en suspension (M.E.S)

Pour la détermination des M.E.S nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de $0.45 \mu\text{m}$, Le filtre est séché à 104°C puis pesé après refroidissement.

❖ Matériel

- Papier filtre en fibres de verre diamètre de pores de 0.45 µm
- Pompe à vide
- Rampe de filtration
- Étuve chauffée (104°C)
- Balance de précision
- Dessiccateur

❖ Mode opératoire

- Peser le filtre vide soit M0 (g)
- Placer le filtre dans la rampe de filtration et la connecter à pompe à vide
- Bien homogénéiser l'échantillon par agitation
- Filtrer un volume V (ml) d'eau usée sur le filtre puis rincer l'éprouvette graduée avec de l'eau distillée
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates
- Faire sécher le filtre et son résidu dans l'étuve à 104°C pendant 24 heures
- Laisser refroidir dans le dessiccateur
- Peser de nouveau, soit M1 (g) la masse trouvée
- Calculer les MES avec la formule suivante :

$$\text{Formule : MES (mg/l)} = (M1 - M0 / V) * 1000$$

Avec :

V : Volume de la prise d'eau en (ml).

M0: La masse du disque filtrant avant utilisation en (mg)

M1 : La masse en mg du disque filtrant après utilisation [43]

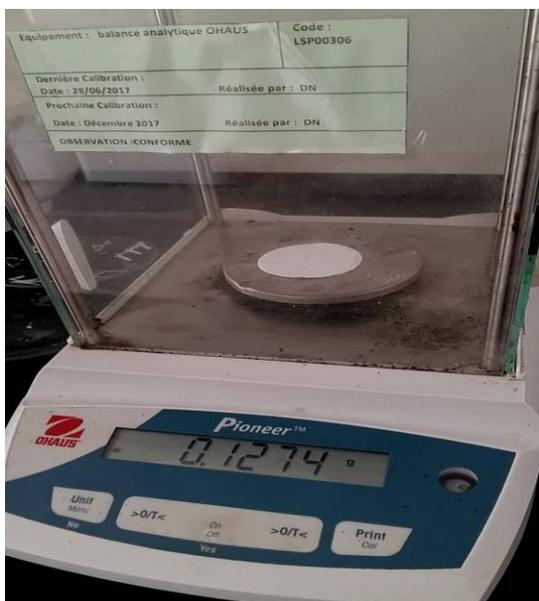


Photo IV.7 : balance analytique



Photo IV.8 : dispositif d'aspiration



Photo IV.9 : papier filtre



Photo IV.10 : dessiccateur



Photo IV.11 : Étuve chauffée



IV.3.6. Paramètres par absorption atomique

IV.3.6.1. Principe d'absorption atomique par spectrophotomètre

Le spectrophotomètre est l'appareil qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution, pour différentes longueurs d'ondes. Pour cela, il fait passer un rayon d'une longueur d'onde choisie à travers une cuve contenant la solution à étudier. Les molécules de la solution absorbent plus ou moins le rayon lumineux, on définit alors l'absorbance pour cette longueur d'onde. [44]

IV.3.6.2. La demande chimique en oxygène(DCO)

❖ Principe

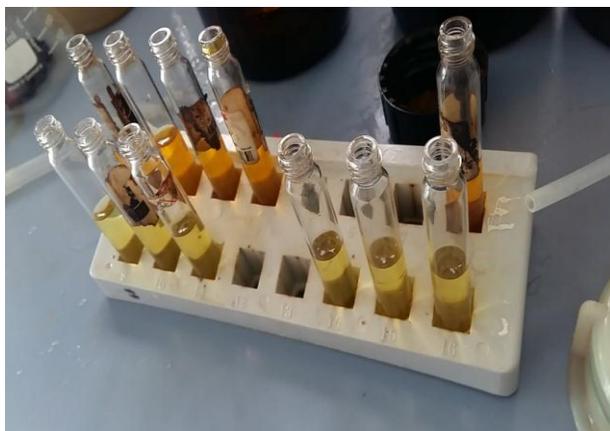
La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium dans une solution portée à ébullition, à reflux pendant 2 heures en présence d'ions Ag^+ comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg permettant de complexer les ions chlorures.

❖ Réactifs et appareillage

- Thermo réacteur (CR 2200) ;
- Spectrophotomètre ;
- Réactifs de la DCO (tube de réactif DCO)

❖ Mode opératoire

- Homogénéiser l'échantillon
- Prélever à l'aide d'une pipette 2,5 ml d'échantillon en tube de réactif DCO
- Ajouter lentement 1,5 ml de la solution de digestion haut niveau a base de Dichromate de potassium
- Ajouter lentement 3,5 ml de l'acide sulfurique
- Boucher hermétiquement le tube avec le bouchon fileté
- Mélanger énergiquement le contenu de tube. Toujours saisir le tube par son bouchon ;
- Chauffer le tube pendant 2 heures à 150°C dans le thermo réacteur
- Retirer le tube brulant du thermo réacteur et le laisser refroidir a température ambiante
- Mesure de l'absorbance au spectrophotomètre[43]

**Photo IV.12** : Réactifs à DCO**Photo IV.13** : Thermo Réacteur**Photo IV.14** : spectrophotomètre

IV.3.6.3. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

❖ Principe

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 à l'aide d'un système de mesure OXITOP. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs.

❖ Réactifs et appareillage

- Incubateur
- Inhibiteur de nitrification

- OXITOP
- Fiole de mesure
- Spatule
- Barreau magnétique.
- Hydroxyde de sodium NaOH
- Flacons d'incubation à bouchons rodés

❖ Mode opératoire

- Remplir les flacons avec les échantillons d'eau (420ml : entrée et 90ml : sortie) ;
- Ajouter 4ml d'inhibiteur de nitrification ;
- Placer un barreau d'agitation dans les flacons DBO5 ;
- Rajouter 3-4 gouttes de solution NaOH dans les bouchons hermétique pour absorber l'humidité en évitant la chute d'une masse de NaOH dans l'eau à analyser ;
- Fermer bien les flacons par DBO sensoriel ;
- Appuyer sur bouton (B) jusqu'à l'affichage de (00) ;
- Poser l'échantillon sur le support à flacons ;
- Incuber les échantillons à 20° C pour une période de 5 jours.[43]

❖ **Expression des résultats** : la lecture de la valeur s'effectue après 5 jours.

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{valeur affichée} \times \text{Facteur.}$$



Photo IV.15 : flacons à DBO



Photo IV.16 : DBO mètre

IV.3.6.4. les nitrates NO₃⁻

❖ Principe

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrate réagissent avec le 2,6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2,6-diméthylphénol.

❖ **Réactifs et appareillage**

- LCK 339
- Spectrophotomètre

❖ **Mode opératoire**

- Suivre le manuel mentionné sur la boîte ;
- Pipeter *lentement* 1.0 ml d'échantillon ;
- Pipeter *lentement* 0.2 ml de la solution LCK 339 A ;
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet ;
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Introduire la cuve dans le spectrophotomètre. ;
- Programmer la longueur d'onde désirée ;
- Appuyer sur la touche READ puis lire le résultat.[43]

IV.3.6.5. Les nitrites NO₂⁻

❖ **Principe**

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

❖ **Réactifs et appareillage**

- LCK 341
- Spectrophotomètre

❖ **Mode opératoire**

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCapZip détachable ;
- Dévissez le DosiCapZip ;
- Pipeter 2.0 ml d'échantillon

- Vissez immédiatement le DosiCapZip; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat jusqu'à ce que le mélange soit complet ;
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Mesurer l'absorbance par le spectrophotomètre.[43]

IV.3.6.6.L'azote total

❖ Principe

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrate. Les ions nitrates réagissent dans une solution d'acides sulfurique et phosphorique avec du diméthylphénol en formant du nitrophénol.

❖ Réactifs et appareillage

- LCK 138
- LCK 238
- LCK 338
- Thermostat
- Spectrophotomètre

❖ Mode opératoire

- Suivre le manuel mentionné sur la boîte
- Doser à la suite, consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche: 1.3 ml d'échantillon, 1.3 ml de solution A (LCK 138 A), 1 tablette B (LCK 138/238/338 B)
Fermer immédiatement, Ne pas mélanger ;
- Chauffer directement à l'aide de Thermostat: 30 min à 120°C ;
- Refroidir et ajouter 1 Micro Cap C (LCK 138/238/338 C) ;
- Fermer l'éprouvette de réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat soit complètement dissous du MicroCap C et qu'il n'y ait aucune particule restante ;
- Pipeter lentement 0.5 ml d'échantillon désagrégé ;
- Pipeter lentement 0.2 ml de solution D (LCK 138/238/338 D), fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable ;

- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.[43]

IV.3.6.7. Le phosphore total

❖ Principe

La détermination du phosphore total repose sur l'oxydation de la matière organique dans un thermo-réacteur et obtention de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre.

❖ Réactifs et appareillage

- Solution H₂SO₄
- Solution d'ammonium persulfate
- Thermo-réacteur
- Spectrophotomètre

❖ Mode opératoire

- Dans un tube, mélanger : 10ml d'échantillon, quelques gouttes de H₂SO₄ ,0.1g d'ammonium persulfate ;
- Mettre le tube dans un thermo-réacteur pendant 30min à 120°C ;
- Laisser refroidir, puis ajouter 2ml de réactif combiné ;
- Laisser reposer pendant 20min ;
- Lire l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.[43]

IV.3.6.8. phosphate PO₄³⁻

❖ Principe

Les ions phosphate réagissent en solution acide avec les ions molybdate et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène.

❖ Réactifs et appareillage

- Réactif combiné préalablement préparé composé d'un mélange de :

Tartrate d'antimoine+Acide sulfurique 5N +Molybdate d'ammonium +Solution d'acide ascorbique

- Spectrophotomètre.

❖ Mode opératoire

- Mélanger 25ml d'échantillon avec 4ml de réactif combiné ;
- Mettre une partie du mélange dans un tube et laisser reposer pendant 20min ;
- Lecture de l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.[43]

IV.3.6.9. Ammonium NH_4^+

❖ Principe

En présence de sodium nitroprusside agissant comme catalyseur à une valeur du pH d'environ 12,6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue.

❖ Réactifs et appareillage

- LCK 305
- spectrophotomètre

❖ Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap détachable et Dévissez ce dernier ;
- Pipeter 0.2 ml d'échantillon ;
- Vissez immédiatement le DosiCap; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement ;
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
- Mesurer l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre.[43]

IV.3.6.10.Chrome

❖ Principe

La diphenyl-1,5-carbazide réagit avec les ions-chrome(VI) et forment la diphenyl-1,5-carbazone qui donnent avec le chrome(VI) un complexe coloré rouge.

❖ Réactifs et appareillage

- LCK 313
- Spectrophotomètre
- Thermostat
- Burette

❖ Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable. Dévissez le DosiCap Zip ;
- Pipeter 2.0 ml d'échantillon. Vissez le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement ;
- Chauffer dans le thermostat. Pendant 60 min à 100°C ;
- Laisser refroidir à température ambiante ;
- Mesurer la cuve d'analyse ;
- Visser un DosiCap B(LCK 313 B) de couleur orange sur la cuve ;
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite ;
- .Attendre 2 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer l'absorbance.[43]

IV.3.6.11. Zinc**❖ Principe**

A une valeur du pH entre 6 et 11, les ions zinc réagissent avec le 4-(2-pyridylazo)-résorcine (PAR) pour donner un complexe coloré rouge-orange, soluble dans l'eau.

❖ Réactifs et appareillage

- Spectrophotomètre.
- Burette
- Solution A (LCK 360)

❖ Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévissez le DosiCap Zip ;

- Pipeter 0.2 ml d'échantillon ;
- Pipeter 0.2 ml de la solution A(LCK 360A) ;
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement ;
- Attendre 3 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer l'absorbance à l'aide du spectrophotomètre .[43]

IV.3.6.12.Cuivre

❖ Principe

Les ions cuivre(I) forment avec l'acide bathocuproïne disulphonique-sel disodique (BADIDI) un complexe de couleur orange. Les ions cuivre(II) contenus dans l'échantillon d'eau sont réduits en ions cuivre(I) par de l'acide ascorbique avant la formation du complexe.

❖ Réactifs et appareillage

- LCK 529
- Spectrophotomètre.
- Burette

❖ Mode opératoire

- Pipeter 0.5 ml de la solution A (LCK 529 A)
- Pipeter 5.0 ml d'échantillon.
- Fermer la cuve et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat du MicroCap soit parfaitement dissous.
- Attendre 5 min, mélanger à nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.[43]

IV.4. Analyses effectuées au sein de LSPBE –USTO MB



Dans le cadre de réalisation d'analyse physico-chimique des eaux traitées de la STEP d'el karma et en collaboration avec le Laboratoire de Synthèse organique, Physico-chimie, Biomolécules et Environnement (LSPBE)- Département de Chimie Organique Industrielle -- Faculté de Chimie Université des Sciences et de la Technologie d'Oran "Mohamed Boudiaf", Nous avons pris trois échantillons d'eau de sortie de la STEP pendant distinctes périodes notamment le : 18/04/2018 , 30/04/2018 , 31/05/2018 au laboratoire et nous avons effectué une analyse de différents paramètres , la méthode qu'on a utilisée est l'absorption atomique à l'aide d'un photomètre multi paramètres : HI 83200 .

IV.4.1.description du photomètre multi paramètres HI 83200

HI 83200 est un nouveau photomètre multi paramètres de laboratoire à écran graphique incluant 44 méthodes d'analyse préprogrammées. Il s'adresse aux professionnels du laboratoire et du secteur de l'eau exigeant une qualité d'analyse irréprochable. Combinant habilement technologies de pointe éprouvées et utilisation intuitive, il séduit par sa polyvalence et ses performances.



Photo IV.17 : photomètre HI 83200

IV.4.2. Détermination du phosphate

❖ Réactif nécessaire

HANNA instruments 93717-01 (0,00 à 2,50 mg/L)

❖ Mode opératoire

- Sélectionner la méthode de mesure phosphate low ;
- Remplir un tube avec 10 ml de l'échantillon (jusqu'au trait de jauge) et reboucher. ;
- Essuyer l'extérieur du tube, Placer le dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique "-0.0-" il est prêt pour la mesure ;

- Ôter le tube ;
- A l'aide d'une paire de ciseaux, couper le sachet du réactif et Verser le dans le tube on obtient une couleur bleue ;
- Reboucher et mélanger soigneusement, essuyer l'extérieur du tube ;
- Placer ce tube dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Lire la valeur affichée en mg/l.

IV.4.3. Détermination des nitrites

❖ Réactif nécessaire

HANNA instruments HI 93708-01 (0 à 150 mg/L)

❖ Mode opératoire

- Rincer le tube avec de l'eau distillée à l'aide d'une pissette
- Sélectionner la méthode de mesure phosphate low ;
- Remplir un tube avec 10 ml de l'échantillon (jusqu'au trait de jauge) et reboucher ;
- Essuyer l'extérieur du tube, Placer le dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique "-0.0-" il est prêt pour la mesure ;
- Ôter le tube ;
- A l'aide d'une paire de ciseaux, couper le sachet du réactif et Verser le dans le tube on obtient une couleur rose ;
- Reboucher et mélanger soigneusement, essuyer l'extérieur du tube ;
- Placer ce tube dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Lire la valeur affichée en mg/l.

IV.4.4. Détermination du chrome

❖ Réactif nécessaire

HANNA instruments 93723-01 (0 à 1000 µg/L)

❖ Mode opératoire

- Rincer le tube avec de l'eau distillée à laide d'une pissette

- Sélectionner la méthode de mesure phosphate low ;
- Remplir un tube avec 10 ml de l'échantillon (jusqu'au trait de jauge) et reboucher. ;
- Essuyer l'extérieur du tube, Placer le dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Appuyer sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument indique "-0.0-" il est prêt pour la mesure ;
- Ôter le tube ;
- A l'aide d'une paire de ciseaux, couper le sachet du réactif et Verser le dans le tube ;
- Reboucher et mélanger soigneusement, essuyer l'extérieur du tube ;
- Placer ce tube dans la cellule de mesure et fermer le clapet ;
- Lire la valeur affichée en $\mu\text{g/L}$.

L'absorption atomique par flamme :

Détermination de cuivre et de cadmium :

Le principe lors de ce procédé c'est que l'énergie fournie à l'atome provient d'une source lumineuse appelé lampe à cathode creuse. L'atome à son état de base absorbe l'énergie lumineuse à une longueur d'onde spécifique et passe à un état d'excitation. Un détecteur mesure la quantité de lumière absorbée et un signal électrique est produit en fonction de l'intensité lumineuse. Ce signal est traité et la quantité d'analyte dans l'échantillon est déterminée en fonction de l'absorbance mesurée.



IV.5. Conclusion

Les résultats obtenus de ces analyses sont discutés dans le chapitre V permettant d'évaluer la performance de la STEP d'el karma, et la qualité des eaux rejetées dans la grande sebkha d'Oran. Ces analyses nous ont également fourni des connaissances et des compétences en laboratoire qui peuvent être utiles durant notre prochain parcours professionnel, ou dans la recherche scientifique.

V.1.Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et l'eau traité afin de déterminer le niveau de pollution et l'efficacité de traitement effectué par la STEP.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées, effectuées durant un mois à travers les différents procédés de traitement de la STEP d'EL-KERMA.

Les résultats obtenus feront l'objet d'une interprétation afin de cibler les anomalies qui peuvent être existées dans les diverses étapes du STEP concernée.

Au terme de notre étude, nous allons présenter les résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées traitées avec un total de 3 échantillons. Ces analyses ont été effectuées au sein de laboratoire de synthèse organique, physico-chimie, biomolécules et environnement (LSPBE)- faculté de chimie- université des sciences et de la technologie d'Oran « Mohamed Boudiaf », en collaboration avec Mr Bendrawa et notre encadreur Dr.Bouhadiba Ibrahim, afin de déterminer la teneur en Nitrites, Phosphates et en chrome des eaux usées traitées.

V.2.Résultats et discussion des analyses physico-chimiques (STEP)

V.2.1. La température

On constate que les valeurs journalières de la température se situent dans un intervalle qui va du minimum de 12°C au maximum de 22.50 °C à l'entrée (l'eau brute), avec une moyenne de 20.40°C, et entre 9.60°C et 21.20°C à la sortie (l'eau traité), avec une moyenne de 19°C.

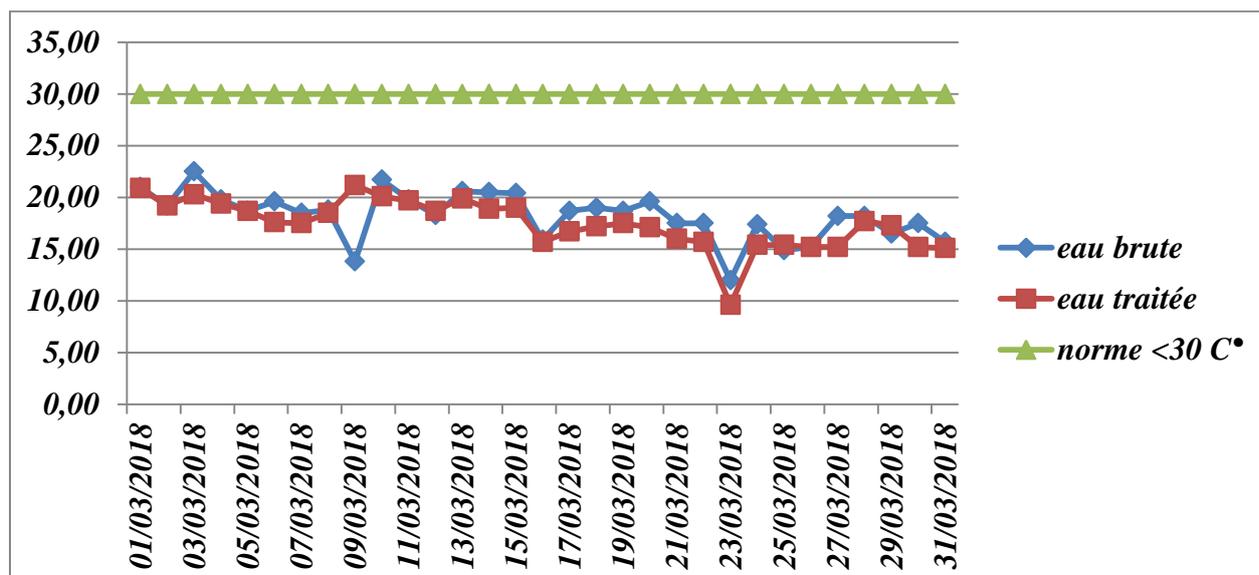


Figure V.1 : Variation de la température des eaux brutes et traitée dans le temps (période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

On observe une diminution des valeurs de température des eaux traitées par rapport aux eaux brutes, et ceci peut s'expliquer par l'effet de brassage exercé par les aérateurs mécaniques et des mouvements des eaux dans les bassins et entre les étages, et par l'effet des conditions climatiques locales.

L'élévation de la température au cours du temps est influencée par la température atmosphérique. Ces effets sont en faveur d'une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées par des boues, car elles contribuent à l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques.

Ces valeurs ne dépassent pas les normes de rejets des eaux usées dans la nature appliquées en Algérie qui sont à l'ordre de 30°C (voir annexe1).

V.2.2.PH

Le pH est l'outil qui, en chimie, permet de mesurer l'acidité d'une solution. C'est un indicateur de pollution par excellence, il varie suite à la nature des effluents basiques ou acides.

On constate que les valeurs de pH des eaux usées brutes sont comprises entre 7,1°C et 7,55°C, avec une moyenne de 7,49°C, qui est favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie.

Concernant les valeurs de PH des eaux usées traitées sont comprises entre 7,12°C et 7,72°C, avec une moyenne de 7,46°C.

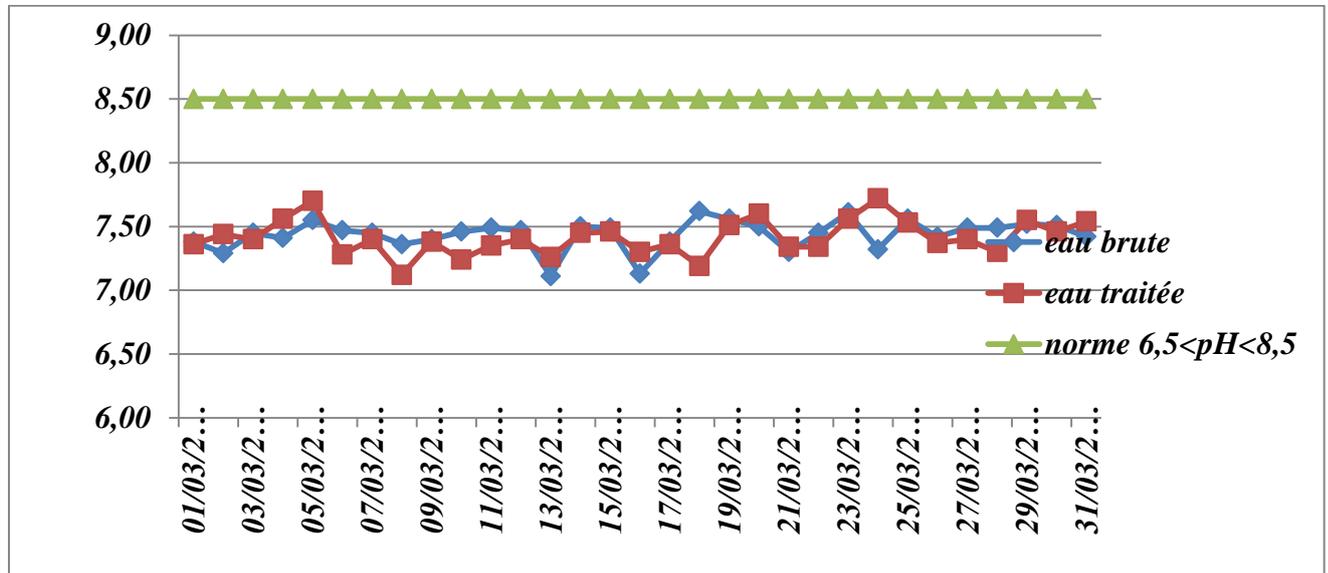


Figure V.2: Variation journalière de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Ces résultats répondent aux normes de rejets des eaux usées dans la nature en Algérie qui sont entre 6,5 et 8,5 (voir annexe 1).

V.2.3 la conductivité

Exprimée en siemens par mètre, la conductivité sert à déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution. Elle est directement proportionnelle à la quantité des solides dissous dans l'eau.

Les valeurs journalières de la conductivité des eaux usées brutes (l'entrée) varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 1335 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à un maximum de 4140 $\mu\text{s}/\text{cm}$, avec une valeur moyenne de 2610 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...) dans les eaux qui arrivent à la STEP.

Quant aux valeurs de la conductivité des eaux usées traitées (la sortie) varient entre 1995 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 2660 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Là où on observe une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

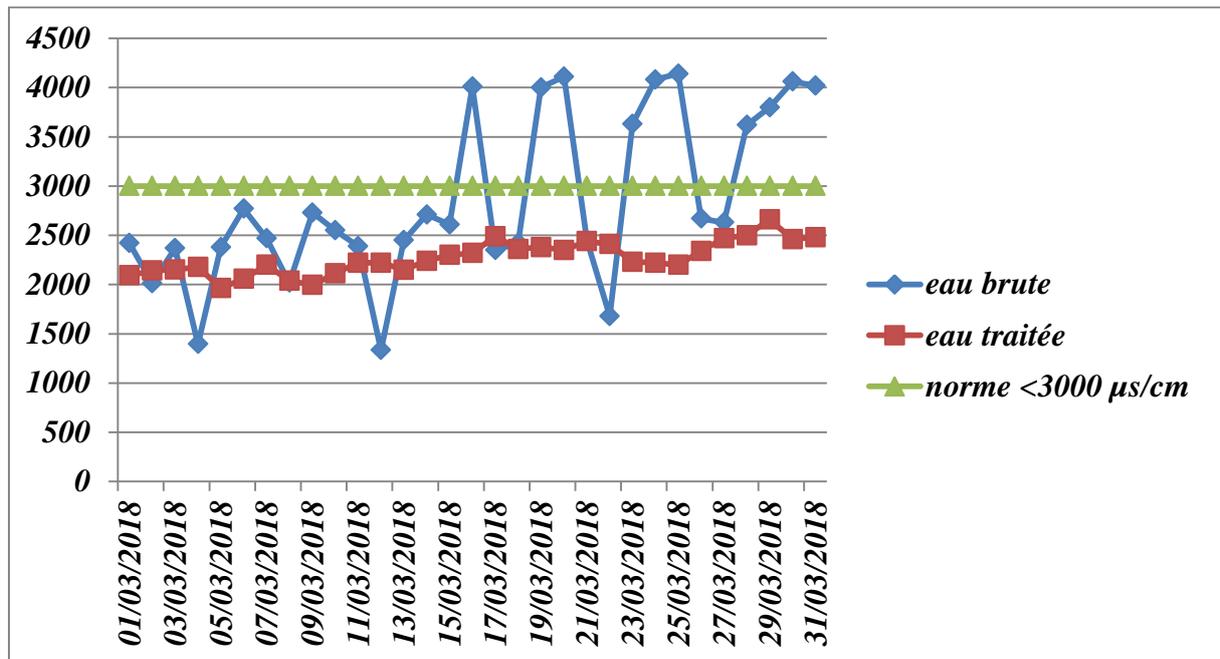


Figure V.3: Variation journalière de la conductivité des eaux usées brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Ces valeurs ne dépassent pas les normes de rejets des eaux usées dans la nature appliquée en Algérie « 3000µs/cm ». (Voir annexe 1).

V.2.4 Matières en suspension (MES)

Des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu, théoriquement, elles ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdales. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, diminuent la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique.

D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs journalières des MES varient dans un intervalle qui va du minimum de 55mg/1 à un maximum de 800mg/1, avec une valeur moyenne de 110mg/1 pour les eaux brutes, et entre 3mg/1 et 28mg/1 pour les eaux traitées avec une valeur moyenne de 8mg/1.

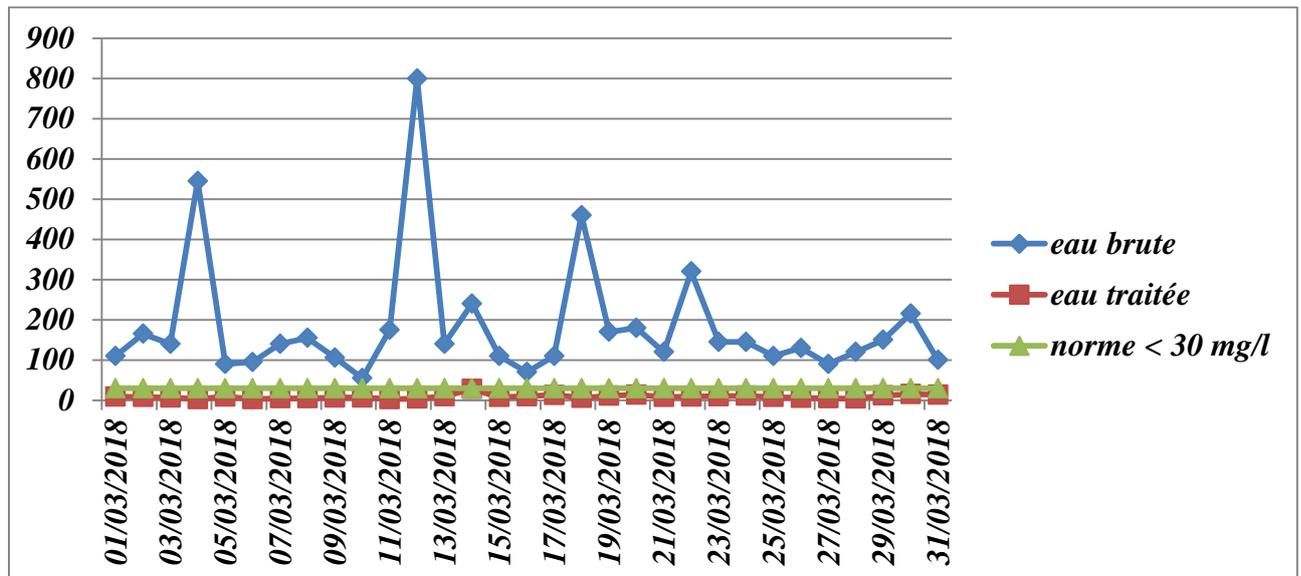


Figure V.4: Variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Ces valeurs sont conformes aux normes de rejets dans la nature en Algérie qui ne dépassent pas 30mg/l. (Voir annexe 1).

V.2.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la consommation en dioxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux usées. La DCO est une mesure imprécise et sujette à caution.

A la lumière des résultats obtenus, on constate que les valeurs de la concentration de DCO des eaux brutes varient entre un maximum de 575,49 mg/l et un minimum de 82mg/l, avec une valeur moyenne de 368,56 mg/l. En revanche, les valeurs de la concentration de DCO des eaux traitées varient entre un maximum de 47mg/l et un minimum de 14 mg/l, avec une valeur moyenne de 47 mg/l.

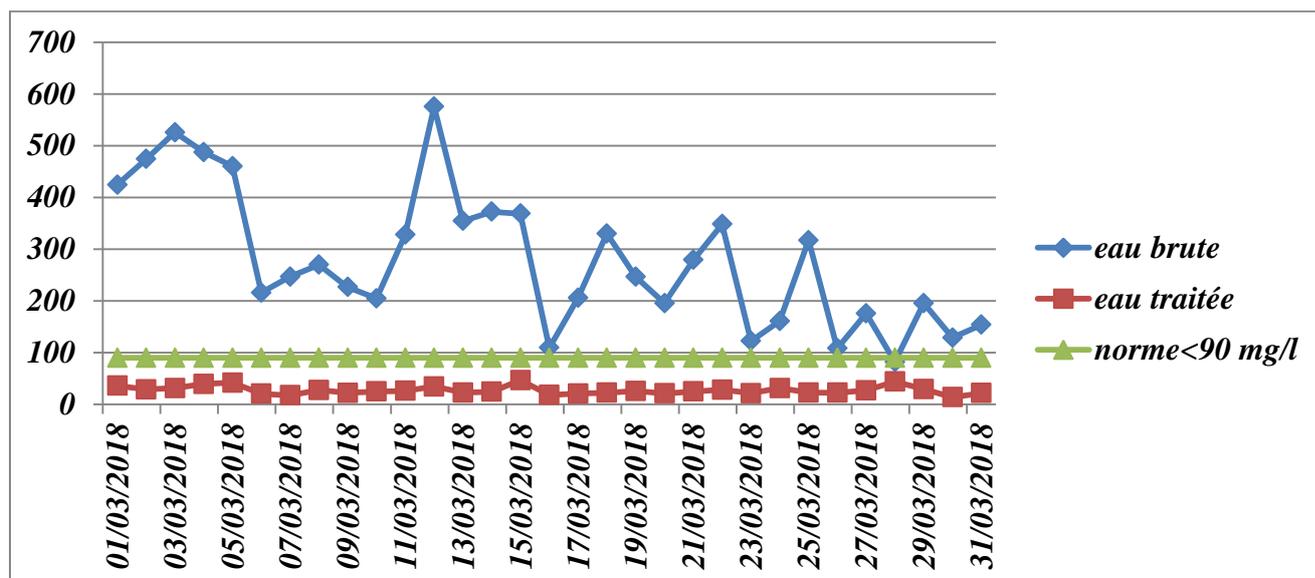


Figure V.5: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées dans le temps.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Ces valeurs ne dépassent pas la norme de rejets dans la nature en Algérie qui est de 90mg/l. (Voir annexe1), (voir annexe 2).

V.2.6 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène DBO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques (biodégradables) par voie biologique (oxydation des matières organiques biodégradables par des bactéries). Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les valeurs de la DBO5 de l'eau brute sont comprises entre 300mg/l comme valeur maximale et 45mg/l comme valeur minimale, avec une valeur moyenne de 180mg/l.

Tandis que les valeurs de la DBO5 de l'eau traitée sont variées dans un intervalle qui va du minimum de 2mg/l à un maximum de 12mg/l, avec une valeur moyenne de 3mg/l.

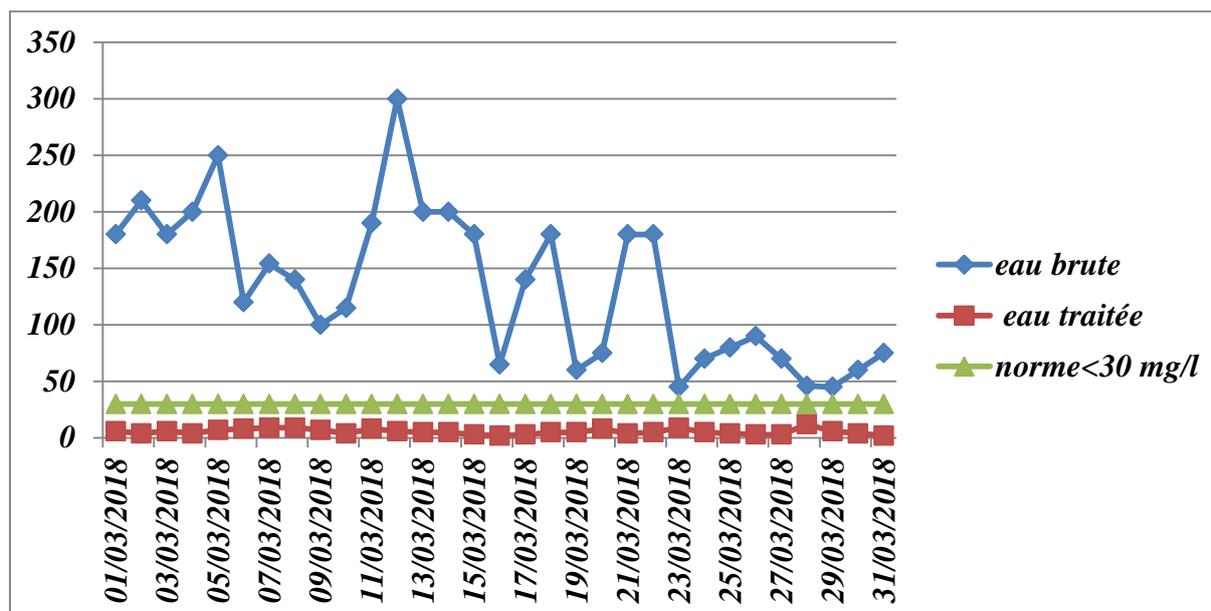


Figure V.6: Variation journalière de la demande biochimique en oxygène (DB05) des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Ces valeurs obtenues sont conformes aux normes de rejets dans la nature appliquées en Algérie qui ne dépassent pas 30mg/l. (annexe 1).

V.2.7. Le phosphore total

Tant dans les eaux de surface que dans les eaux usées, le phosphore se trouve principalement sous la forme de phosphate. Il est dissous ou associé à des particules. Le phosphore présent dans les eaux de surfaces provient principalement des effluents municipaux, du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées et des effluents de certaines industries. C'est un élément nutritif essentiel à la croissance des plantes. Toutefois, au-dessus d'une certaine concentration et lorsque les conditions sont favorables, il peut provoquer une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques.



Figure V.7: Variation journalière de phosphore total des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018).

Ces valeurs ne dépassent pas les normes de rejets des eaux usées appliquées en Algérie qui sont de l'ordre de 50mg/l.(voir annexe 2).

V.2.8.l'azote nitrique (NO₃-N)

L'azote présente la somme de l'azote présent sous toutes ses formes. L'azote et ses composés sont très communs dans la biosphère. La plupart des végétaux et animaux, ainsi que les matières organiques en décomposition, contiennent des composés azotés. L'azote peut se présenter sous un certain nombre de formes chimiques importantes telles que : l'azote organique, l'azote ammoniacal, les nitrates et les nitrites. Toutes ces formes se retrouvent en quantité plus ou moins importante dans les effluents industriels et municipaux ainsi que les eaux de ruissèlement des terres agricoles. Même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration plus élevées que 1,0mg/l dans les eaux de surfaces est considéré comme étant indicatrices d'une problématique de sur fertilisation dans le milieu.

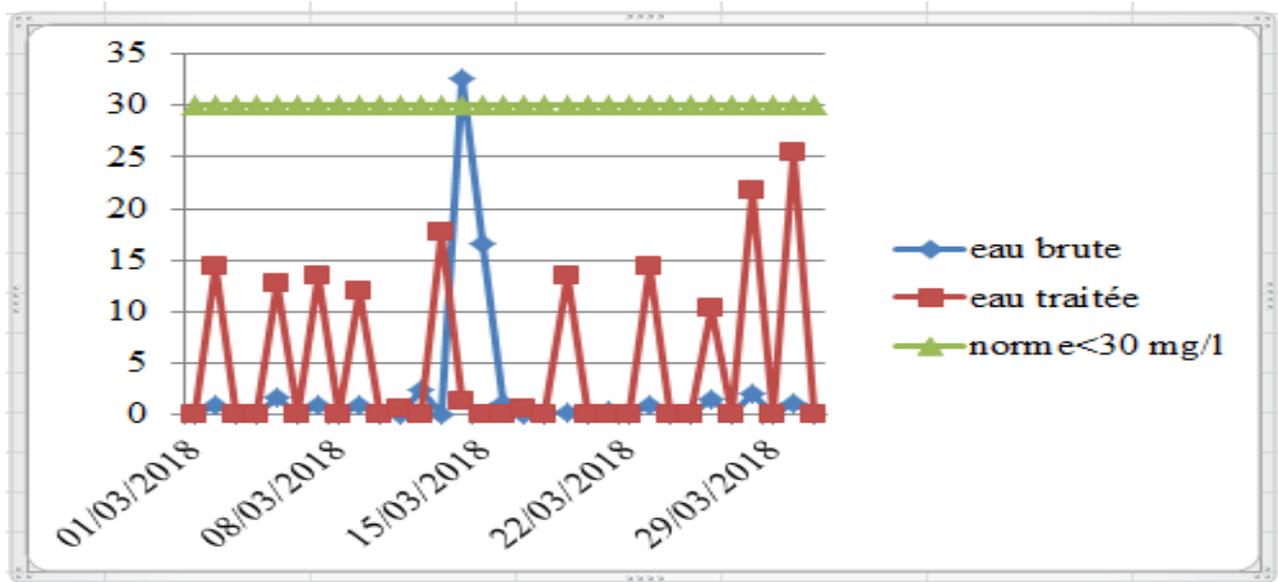


Figure V.8: Variation journalière de l'azote nitrique des eaux brutes et traitées dans le temps. (Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Les valeurs obtenues (eaux traitées) ne dépassent pas les limites de rejets des eaux usées appliquées en Algérie qui sont de l'ordre de 30mg/l.(voir annexe 1).

V.3. calcul de l'efficacité de traitement

Les performances de la STEP sont exprimées en terme du taux d'abattement sur la DCO, la DBO5, les matières solides en suspension ou tout autre paramètre. Chaque taux d'abattement est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$R(\%) = \left[\frac{Pe - Ps}{Pe} \right] * 100$$

Avec R(%) est le rendement ou le taux d'abattement pour un paramètre donné (DCO, DBO5, MES...). Dont : Pe est la valeur du paramètre à l'entrée, Ps est la valeur du paramètre à la sortie

Afin d'évaluer les performances de la STEP, il faut comparer les taux d'abattement autrement dit les rendements par rapport aux normes.

V.3.1.calcul de rendement des MES

Par comparaison entre les valeurs des MES des eaux brutes qui ont une moyenne de 110mg/l et celles des eaux traitées qui sont de l'ordre de 8 mg/l, nous notons un rendement moyen total de 92.72%.

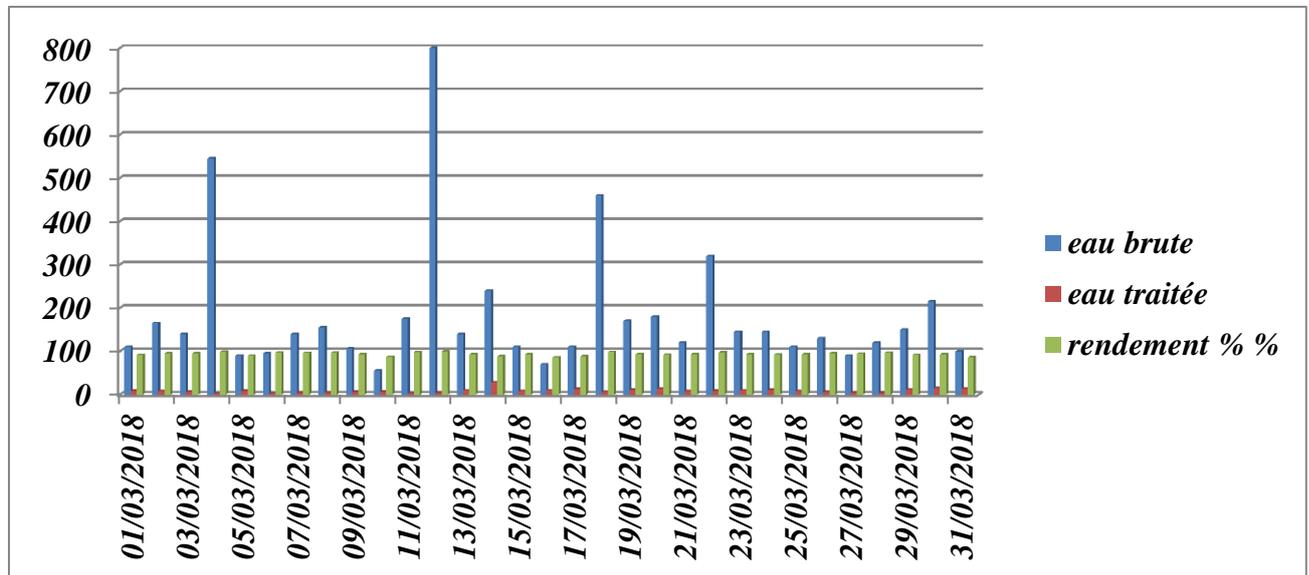


Figure V.9: Variation journalière de rendement de MES dans le temps.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

V.3.2calcul de rendement du DCO

Par comparaison entre les valeurs du DCO des eaux brutes qui ont une moyenne de 368,56mg/l et celles des eaux traitées qui sont de l'ordre de 47 mg/l, nous notons un rendement moyen total de 87,24%.

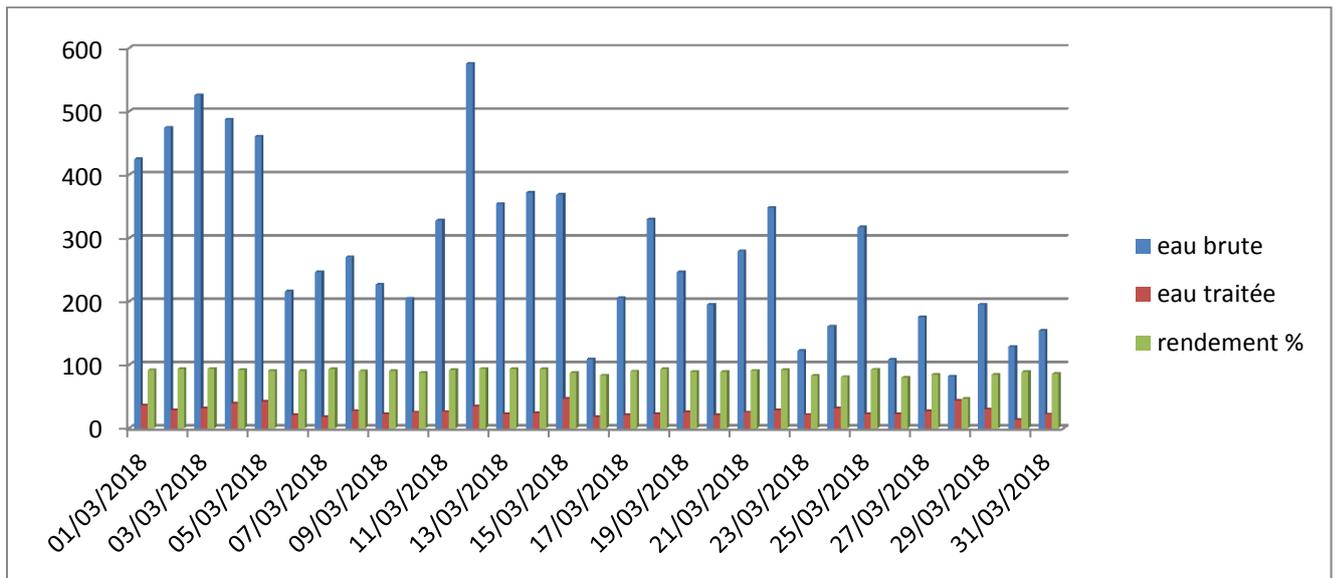


Figure V.10: Variation journalière de rendement de DCO dans le temps.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

V.3.3.Calcul de rendement du DBO5

Par comparaison entre les valeurs de la DBO5 des eaux brutes qui ont une moyenne de 180mg/l et celles des eaux traitées qui sont de l'ordre de 3 mg/l, nous notons un rendement moyen total de 98,33%.

Les valeurs de rendement de DBO5 varient d'un jour à l'autre où elles atteignent leur maximum qui est de 98,33 %. Nous pouvons déduire que l'effet de l'augmentation de la température influe négativement sur le rendement de la DBO5 dans les conditions de notre expérience.

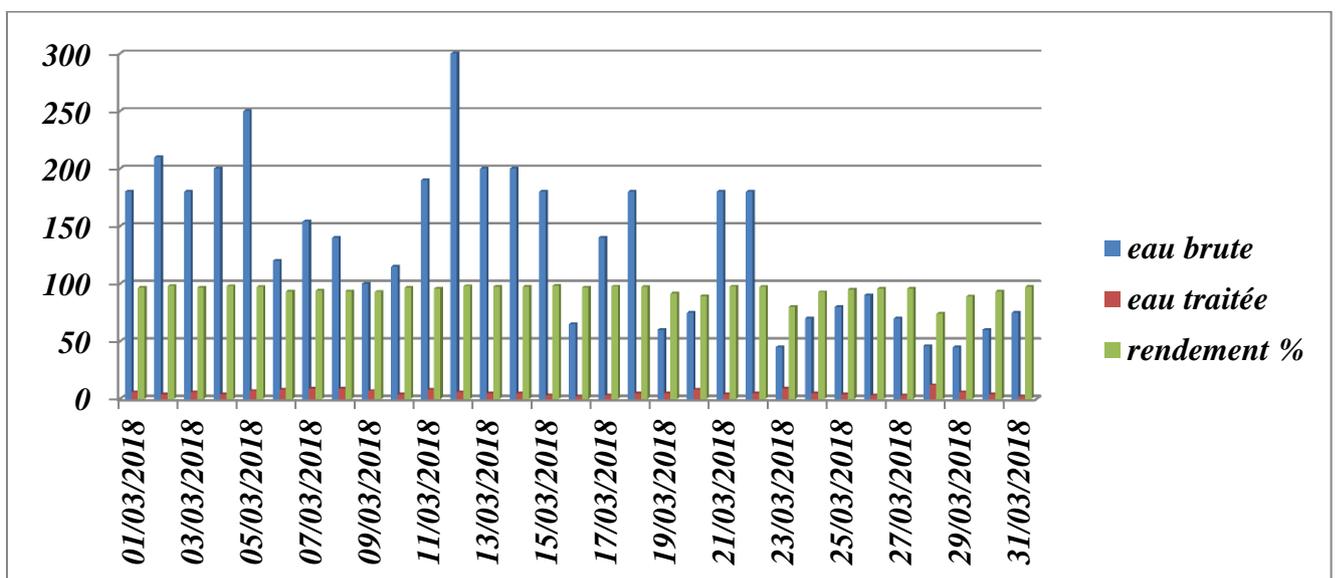


Figure V.11: Variation journalière de rendement de la DBO5 dans le temps .(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

V.3.4. Calcul de rapport DCO/DBO5

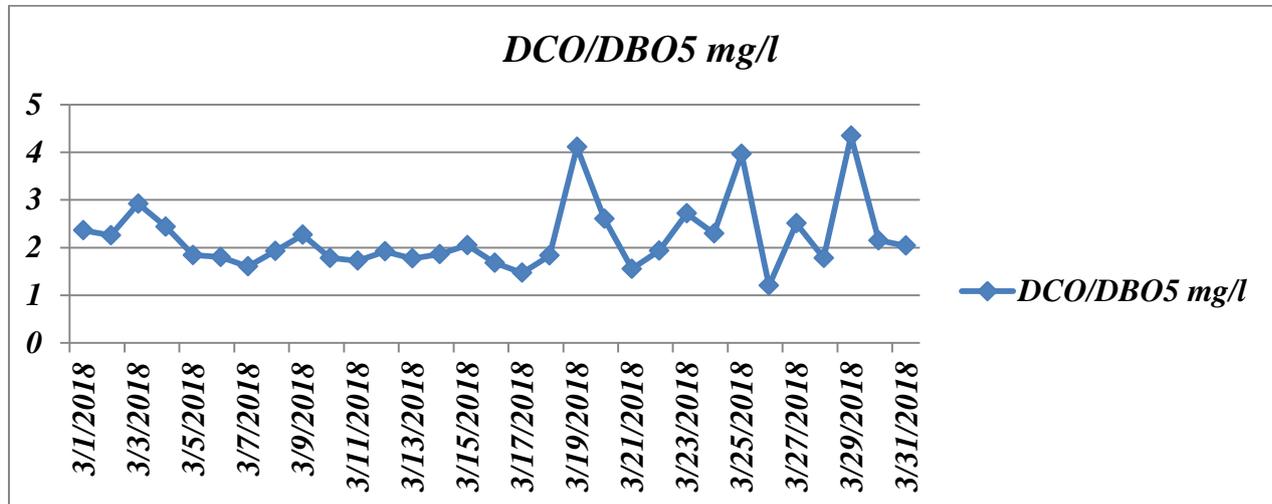


Figure V.12: Variation journalière du rapport DCO/DBO5 dans le temps, à l'entrée de la STEP.(Période du 01/03/2018 au 31/03/2018)

Les résultats obtenus varient entre un maximum de 4,344mg/l et un minimum de 1,201mg/l avec une valeur moyenne de 2,047 mg/l. nous constatons que les valeurs supérieures à 2.5 indiquent la non-biodégradabilité de l'effluent, et celles inférieurs à 2.5 indiquent la biodégradabilité de l'effluent, ceci montre que l'effluent domestique possède une bonne biodégradabilité.

La DCO et la DBO sont des paramètres complémentaires. La DCO renseigne sur la totalité des matières oxydables mais ne donne aucun renseignement sur leur biodégradabilité. Tandis que la DBO indique la quantité des matières biodégradables d'un effluent.

La biodégradabilité d'un rejet peut être estimée par le rapport DCO/DBO5. Il permet d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables, et leur origine, ainsi que l'efficacité de traitement biologique.

Si :

- $1 < \text{DCO/DBO5} < 1.5$: l'effluent est biodégradable.
- $1.5 < \text{DCO/DBO5} < 2.5$: l'effluent est moyennement biodégradable.
- $\text{DCO/DBO5} > 2.5$: l'effluent n'est pas dégradé.

Un rapport DCO/DBO5 élevé illustre une faible biodégradabilité, qui peut être attribué à une résistance de la matière organique en solution, une sous-oxygénation du milieu aqueux. D'où la nécessité de faire appel à des méthodes plus efficaces vis-à-vis d'un tel rejet.

Le critère seul du rapport DCO/DBO5 ne donne pas la traîtabilité d'un effluent. Si le temps de séjour en station biologique est supérieur à 5 jours, on peut dégrader des composés qui ne marquent pas en DBO5.

V.3.résultats des Analyses physico-chimiques (LSPBE) :

Avec 3 échantillons des eaux traitées ;

V.3.1. Nitrites

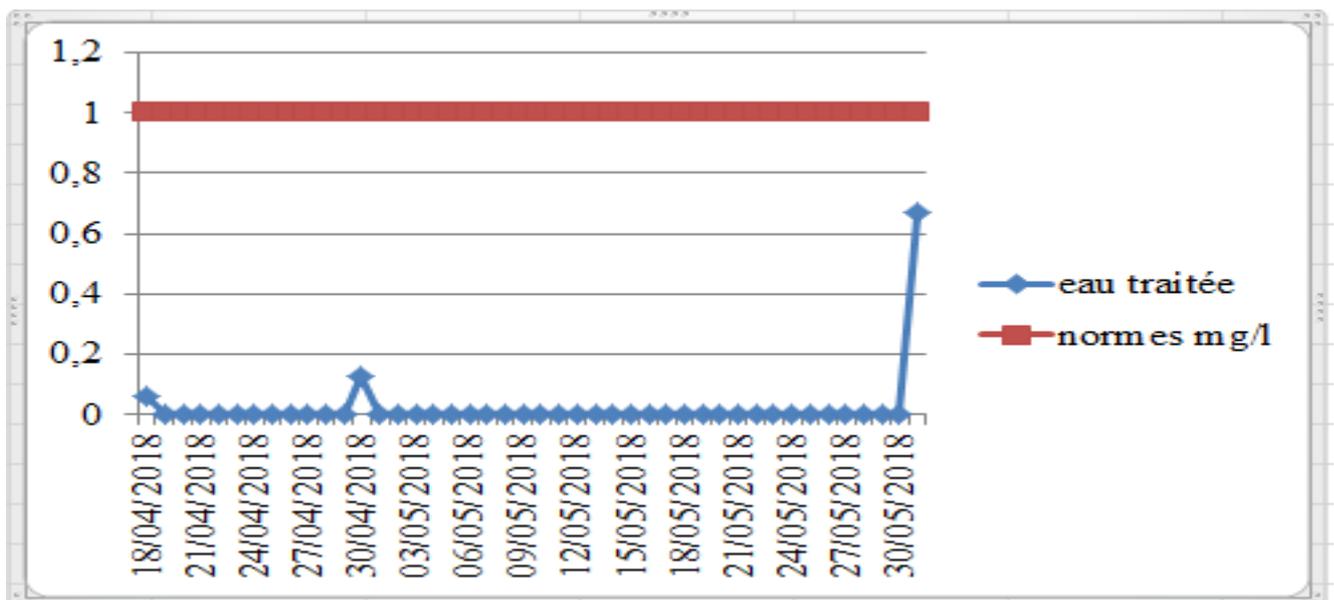


Figure V.13 : résultat d'analyse de nitrites dans l'eau traitée (période : 18/04/2018 , 30/04/2018 , 31/05/2018)

Ces valeurs répondent aux normes de rejets des eaux usées dans la nature en Algérie qui sont de l'ordre de 1mg/l.(voir annexe 2).

V.3.2. Phosphate

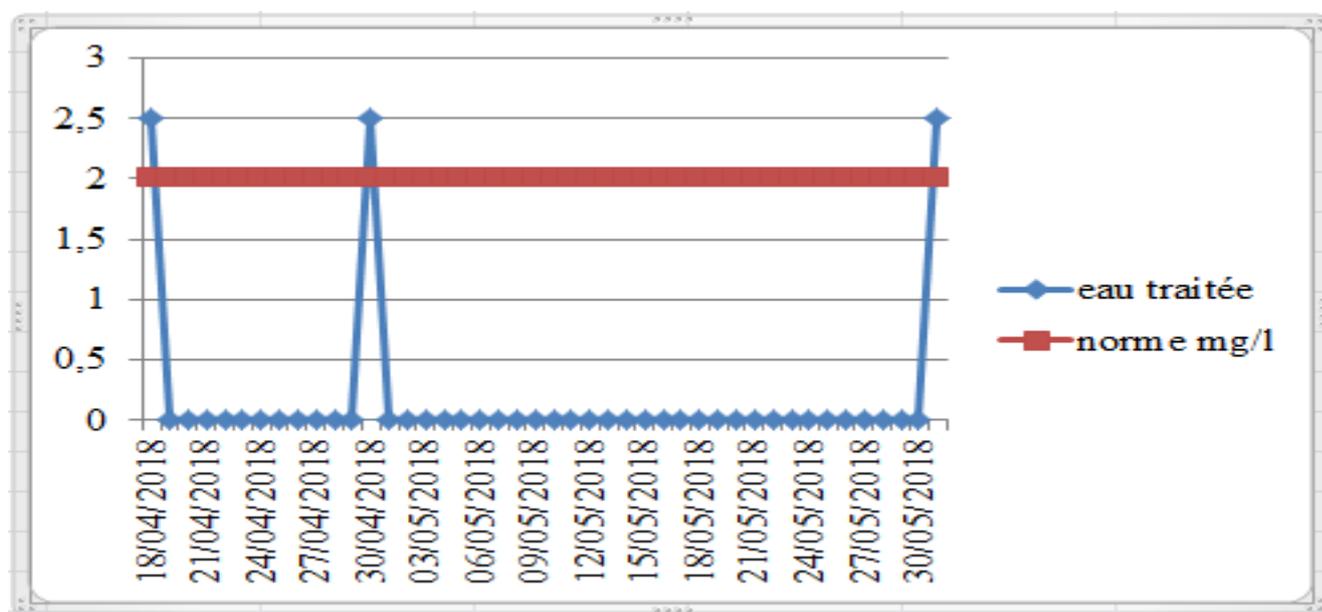


Figure V.14 : résultat d'analyse de phosphate dans l'eau traitée (période : 18/04/2018 , 30/04/2018 , 31/05/2018)

Ces valeurs dépassent les limites de rejets des eaux usées appliquées en Algérie qui sont de l'ordre de 2 mg/l.(voir annexe 2).

V.3.3. Chrome

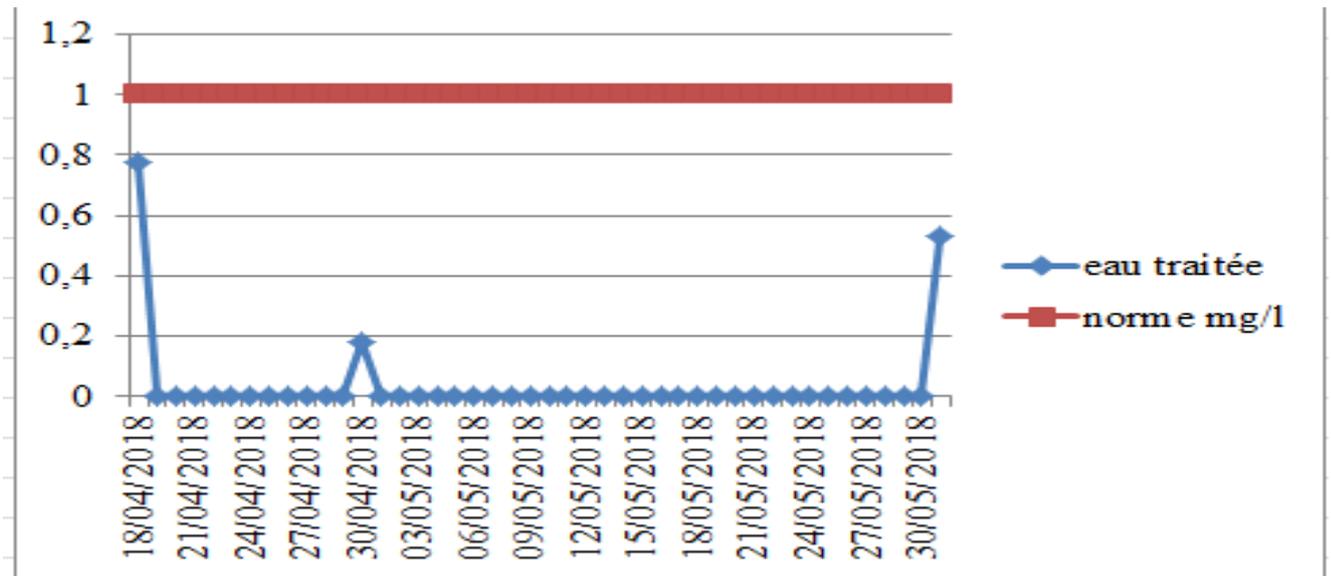


Figure V.15: résultat d'analyse du chrome dans l'eau traitée (période : 18/04/2018, 30/04/2018, 31/05/2018)

Ces valeurs sont conformes aux normes de rejets des eaux usées appliquées en Algérie qui sont de l'ordre de 1 mg/l.(voir annexe 1).

V.3.4. Cuivre

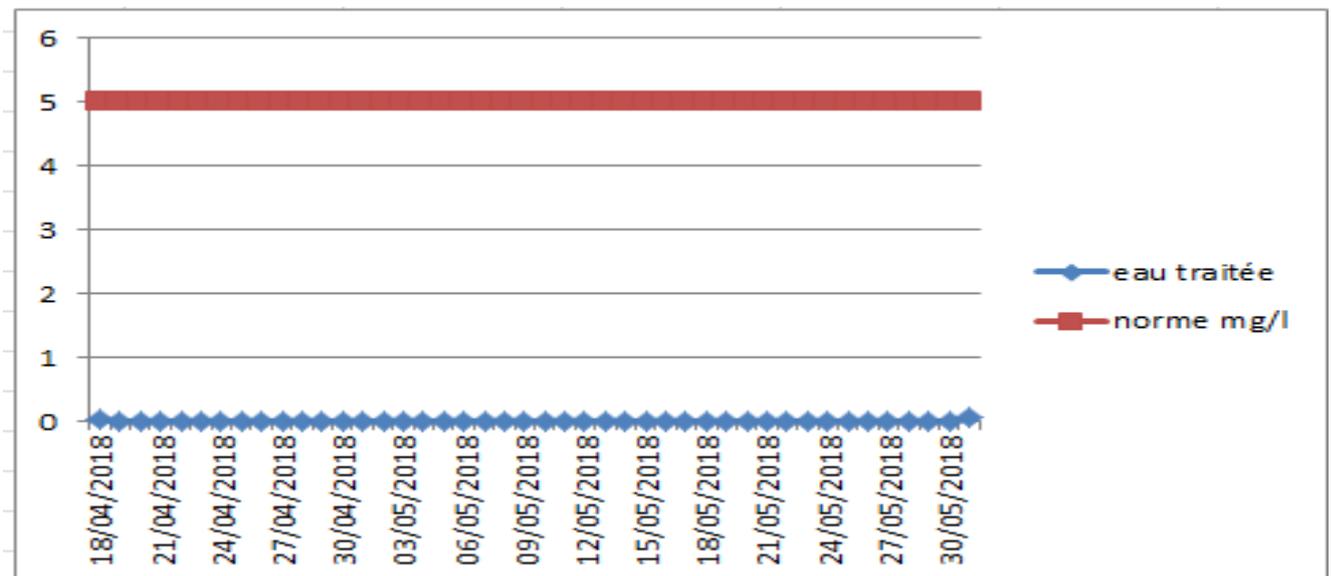


Figure V.16: résultat d'analyse du cuivre dans l'eau traitée (période : 18/04/2018, 30/04/2018, 31/05/2018)

Les valeurs obtenues de cuivre répondent aux normes de rejets algériennes qui sont de l'ordre de 5 mg/l.(voir annexe 1).

V.4. Conclusion

A travers ce chapitre nous avons tenté d'étudier les performances épuratoires de la station d'épuration d'ELKERMA, à travers un suivi des paramètres de pollution (DCO, DBO5, MES...), et certains paramètres physico-chimiques (PH, conductivité, température...).

Selon les résultats obtenus, nous distinguons une différence remarquable entre les valeurs des paramètres de pollution des eaux brutes et celles des eaux traitées, ceci dénoté que le procédé est efficace, avec un abattement de 98,33% pour la DBO5, de 87,24% pour la DCO et 92,72% pour les MES.

Cela indique que ces paramètres physico-chimiques répondent aux normes. Ces résultats permettent de conclure que le traitement utilisé dans la STEP d'ELKERMA est suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants organiques et donc d'atténuer le risque sanitaire à un niveau acceptable.

D'une autre part, les résultats obtenus au sein de laboratoire de synthèse organique, physico-chimie, biomolécules et environnement (LSPBE)- université des sciences et de la technologie d'Oran « Mohamed Boudiaf » des 3 échantillons pris des eaux usées traitées montrent que les valeurs de phosphates dépassent les limites, tandis que les valeurs du chrome, des nitrites et celles de cuivre sont conformes aux normes de rejets, et que des traces de cadmium.

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances.

La présente étude a abordé la problématique de traitement des eaux usées dans la région d'Oran, 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.

Nous nous sommes attachés dans la première partie de ce manuscrit à apporter les connaissances nécessaires sur le traitement biologique des effluents domestiques en décrivant les différents types de polluants existants, le principe des procédés de traitement et leurs caractéristiques de fonctionnement, les avantages et les inconvénients de chaque procédé.

L'étude a permis en premier lieu d'évaluer les performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma. Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants pour l'élimination des matières en suspension en accord avec les normes de rejet des effluents par le Journal Officiel de la République Algérienne.

Les effluents traités sont caractérisés par un pH légèrement alcalin et les concentrations de la DCO et la DB05 des eaux traitées sont respectivement satisfaisantes. L'élimination des nutriments, en N03- et en P043- est performante. Les concentrations résiduelles restent très faibles dans l'effluent traité. Cependant, il constitue un apport intéressant de fertilisation en nutriments azotés dans le cas d'une réutilisation en agriculture.

Le suivi journalier de ces paramètres et la mise en place d'équipes d'exploitation bien formées permettre certainement à cette STEP d'être un modèle d'inspiration pour les différentes réalisations de la région.

Annexes

20	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41	25 Chaâbane 1433 15 juillet 2012	
2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES			
	PARAMETRES	UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5

Annexe 1:normes du rejet –journal officiel-

Décret exécutif n° 09-209 du 17 Jomada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre des ressources en eau,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, relative à l'eau ;

Vu le décret présidentiel n° 09-128 du 2 Jomada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction du Premier ministre dans ses fonctions ;

Vu le décret présidentiel n° 09-129 du 2 Jomada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction dans leurs fonctions de membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 02-68 du 23 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 6 février 2002 fixant les conditions d'ouverture et d'agrément des laboratoires d'analyses de la qualité ;

Vu le décret exécutif n° 08-53 du 2 Safar 1429 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du

Art. 3. — La teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques ne peut, en aucun cas, dépasser, au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, les valeurs limites maximales définies en annexe du présent décret.

Art. 4. — Toute eau usée autre que domestique dont les caractéristiques ne sont pas conformes aux prescriptions du présent décret devra subir un pré-traitement avant son déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

Art. 5. — La demande d'autorisation de déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration doit être adressée par le demandeur à l'administration de wilaya chargée des ressources en eau.

Art. 6. — Le dossier de demande d'autorisation de déversement doit indiquer :

- les nom, prénom, qualité et domicile du demandeur ou si la demande émane d'une personne morale, la raison sociale et l'adresse du siège social ;
- la description de l'activité de l'établissement concerné ;
- les caractéristiques physico-chimiques et biologiques ainsi que le débit maximum d'eaux usées autres que domestiques à déverser ;
- les caractéristiques techniques du branchement au réseau public, d'assainissement ou à la station d'épuration ;

Art. 10. — L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :

- non-respect des obligations et prescriptions fixées par la décision autorisant le déversement ;
- lorsqu'il est fait obstacle à l'accomplissement des contrôles opérés dans les conditions fixées par le présent décret ;
- cessation d'activité de l'établissement au titre de laquelle l'autorisation de déversement a été octroyée.

CHAPITRE II CONTROLES

Art. 11. — Des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyse peuvent être effectués à tout moment dans le regard de branchement de l'établissement par les représentants de l'administration de wilaya chargée des ressources en eau afin de vérifier si les caractéristiques des eaux usées déversées dans le réseau public d'assainissement ou dans la station d'épuration sont conformes aux valeurs maximales fixées par le présent décret.

Art. 12. — Lorsque les résultats d'analyse montrent que les eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai qu'elle lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.

Art. 13. — A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indiquée à l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer à la mise

ANNEXE

Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Béryllium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1

ANNEXE 2-NORME DE REJETS-JOURNAL OFFICIEL n°36

Art. 13. — A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indiquée à l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer à la mise en demeure, les administrations de wilaya chargées des ressources en eau et de l'environnement doivent procéder à la fermeture de l'établissement jusqu'à exécution des mesures prescrites, et ce, sans préjudice des poursuites judiciaires prévues par la législation en vigueur.

Art. 14. — Les analyses d'échantillons d'eaux usées autres que domestiques prévues à l'article 11 ci-dessus sont effectuées par des laboratoires agréés par le ministre chargé des ressources en eau.

CHAPITRE III
DISPOSITIONS FINALES

Art. 15. — Les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas un (1) an après la date de publication du présent décret au *Journal officiel*.

Art. 16. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 17 Jomada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.

Ahmed OUYAHIA.

(DCU)	
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercuré	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

* Température : inférieure ou égale à 30° C

* PH : compris entre 5,5 et 8,5

ANNEXE 2-NORME DE REJETS-JOURNAL OFFICIEL n°36

Références bibliographiques

- [1].**REJSEK** ; Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scérén CRDPA quitaine, Bordeaux, (2002)
- [2].**GROSCLAUDE**; l'eau, tome1 : milieu naturel et maîtrise et tome 2 : usages et polluants.,(1999)
- [3].**RODIER et AL** ; L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8eme édition, DUNOD,(1996)
- [4].**Franck** ; Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 165-170, 183-239p, (2002)
- [5].**TUFFERY** ; effets de rejets d'une usine de traitement de la cellulose sur la qualité des eaux de Ntsomo, (1998)
- [6].**ARRIGNON** ; aménagement piscicole des eaux douces. Tec et doc. Lavoisier 130-297p , (1998)
- [7].**ARROUA** ; l'homme et son milieu. Edition société nationale. Alger .73-85p ,(1994)
- [8].**THOMAS** ; Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p, (1995)
- [9].**LADJEL**; Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80,(2006)
- [10]. **BECHAC J, BOUTIN P, MERCIER B.**, Traitement des eaux usées. 2ème Edition, (1983)
- [11]. **LADJEL et BOUCHEFFER** ; Généralité sur le traitement et la réutilisation des eaux. Université d'ourgla.

[12].**TCHIOMOGO** ; Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Genie rurale. Blida.132p., (2001)

[13].**CEAEQ a** ; recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'E. coli avec le milieu de culture MI ; centre d'expertise en analyse environnementale du Québec,(2015)

[14].**ARCHIBALD.F**; the presence of coliform bacteria in canadian pulp and paper mill water systems- a cause of concern water qual RES.J.CANADA 35: 1-22p, (2000)

[15].**ROBERTSON**; utilités et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. Sous la direction de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, presses de l'université lavale,179-193p, (1995)

[16].**Elmund ,GK, MJ Allen et We Rice**, comparision of E.coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency.332-339p, (1999)

[17].**HASLEY et LERELC**; microbiologie des eaux d'alimentation. Lavoisier tec et doc, Paris, 495p, (1993)

[18].**GLEESON AND GREY**; the coliform index and water borne disease.E&FN spoon,194p; (1997)

[19]. **Journal officiel** de la république algérienne n° 36, 21 juin, (2009).

[20] **Hamsa D**, « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbains», mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine, (2006)

[21] **Briere F.G**,Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal, ,(1994)

[22] **Bekkouche M, Zidane F**, Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. de Ouargla.67p, (2004)

- [23] **FAO.**, Etude L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage papier, 65p, (2003)
- [24] **Desjardins R**, Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique, (1997)
- [25] **Telli Sidi Mohamed**, Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen,(2013)
- [26] **BENELMOUAZ ALI**, Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia mémoire pour l'obtention de diplôme de master. *Option : Technologie de traitement des eaux*, département hydraulique, université Tlemcen, (2015)
- [27] **Degrémont Mémento**, « technique de l'eau ». Paris : Dégriement, (1972)
- [28] **Bonnin J**, « Hydraulique urbain », 5ème édition Eyrole Paris, 228p, (1977)
- [29] **Laurent J.L.**, L'assainissement des agglomérations: Technique d'épuration actuelles et évolutions, France (Avril 1994)
- [30] **Boumediene Amine**, (bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, (2013)
- [31] **Perera P et Baudot B.**, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, France ,(mai, 1991)
- [32] **Boeglin J.C.**, Traitements biologiques des eaux résiduaires ,(1998)
- [33] **Josep P**, « station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation », (2002)
- [34] **Alexandre O., Boutin C., Duchène P., Lagrange C., Lakel A., Liénard A., Orditz D.**, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, (1997)
- [35] **Dhaouadi H.**, Etude Traitement des eaux usées urbaines(les procédés biologiques d'épuration) Tunis, (2008)

- [36] **Gaid A.**, Traitement des eaux usées urbaines, France (2007)
- [37] **Edline F**, L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC, (1996)
- [38] **Franck R**, Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239, (2002)
- [39] **Servais.**, Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes, Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement, (2006)
- [40] **Attab Sarah**, amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local), Mémoire de magister en biologie, université ouaregla, (2011)
- [41] **LAZAROVA V., GAID A.,RODRIGUEZ-GONZALES J., ALDAY ANSOLA J.**, L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux . Techniques, sciences et méthodes 9 ,64-85pp, (2003)
- [42] **BAUMONT S., CAMARD J-P., LEFRANC A., FRANCONI A.**,Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, (2005)
- [43] **WABAC**, Notice d'exploitation de la station d'épuration des eaux usées El karma, (2006)
- [44] **Folco Laverdière,Anja Holstein,Laurent Thiebaut,Robert Mallee,Guillaume Gravejat,Benjamin Desclozeaux,Dossier** Couplage: Les principales méthodes d'analyse, ,p5,(1999)
- .