



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم والاعمال العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
Université chadli bendjedid El-Tarf
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des sciences et de technologie d
قسم الكيمياء
Département de chimie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Spécialité : Chimie Analytique

Thème

**Étude de quelques paramètres physico-chimique des
eaux usées au niveau de l'station d'épuration de
ZRIZER El Tarf**

Présenté par :

Abdourahamane Kassoum Amadou

Devant le Jury :

Dr. Lourici Leila	MCB	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Présidente
Mn. Necib Anissa	MAA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Rapporteur
Dr. Guenadil Faouzi	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Examineur

Année Universitaire 2021-2022

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille et à tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce document, à :

- Mes très chers parents, rien ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être.

Mon respect et de ma profonde reconnaissance, puisse Allah bénir vos vies et vous accorder santé et bonheur.

- Mes très cher amis , vos soutiens moral et matériel, vos conseils et encouragements m'ont permis de mener à bien et d'achever ce travail

Que Dieu réunisse nos chemins davantage et que ce travail soit un témoignage de ma très profonde gratitude.

- Tous mes frères et sœurs pour vos soutiens
- A mes cousins et cousines qui ont toujours cru en ma modeste personne
- A mes Oncles et Tantes qui ont toujours été présents pour m'encourager
- Tous les membres de ma famille, grands et petits
- A ma grand-mère et mon grand-père pour leurs soutiens et bénédiction
- Toutes mes amies et tous mes camarades

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de ma reconnaissance.

REMERCIEMENTS

Nous avons toujours besoin de quelqu'un pour nous aider à réaliser nos objectifs. Certes, mes parents m'ont toujours soutenu, mais sans l'aide de Dieu, je n'aurais jamais pu mener à bien ce projet. Je remercie infiniment le bon Dieu de n'avoir donné la force et la patience pour réaliser ce travail.

Je remercie **Mr DEROUICHE FARID, Directeur** de l'Office National d'Assainissement (ONA) à El Tarf, de m'avoir ouvert les portes de la STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF pour réaliser mon projet de fin d'étude.

Je tiens aussi à exprimer mon profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon encadreur **Necib Anissa** pour ces efforts, sa patience, ces encouragements, pour ses remarques, ses directives, ces conseils précieux qu'elle m'a donnés au cours de la réalisation de ce mémoire et l'intérêt qu'elle porte à ses étudiants.

Je remercie **Dr. Lourici Leila** pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ce Mémoire.

Je remercie **Dr. Guenadil Faouzi** pour l'honneur qu'il me fait en prenant la charge d'examiner mon travail.

Je remercie aussi **Mme BOUSSAA MERIEM, Cadre** au niveau du laboratoire de station d'épuration : STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF pour l'aide qu'elle a porté pour réaliser ce travail.

Et finalement, je remercie beaucoup mes parents pour leurs sacrifices depuis ma naissance, pour leur soutien, leurs encouragements et leur motivation.

RÉSUMÉ :

Cette étude consiste tout d'abord, à la détermination de la qualité physico-chimique des eaux usées urbaines (domestiques) ainsi qu'industrielle de la commune de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF destiné à rejetée dans Oued Bou Namoussa Wilaya d'EL-TARF.

Cette dernière est baser sur l'analyse des paramètres physico-chimiques (DCO, DBO5, les MES, μ , nitrite et nitrate, le pH et la température) de l'eau brute et épurée.

D'après les résultats obtenus, les paramètres de l'eau épurée sont dans les normes de rejets dans les milieux naturels (DCO, DBO5, les MES, μ , nitrite et nitrate, le pH et la température).

Mots clés : eau usée, qualité physico-chimique, eau épurée, eau brute, station épuration.

ABSTRACT:

This study consists first in determining the physical-chemical quality of urban (domestic) as well as industrial wastewater from the municipality of ZRIZER Wilaya of EL-TARF intended and discharged into Oued Bou Namoussa Wilaya of EL -TARF.

The latter is based on the analysis of the physicochemical parameters (COD, BOD5, suspended solids, μ , nitrite and nitrate, pH and temperature) of raw and purified water.

According to the results obtained, the parameters of the purified water are within the standards for discharges into natural environments (COD, BOD5, suspended solids, μ , nitrite and nitrate, pH and temperature).

Key words: wastewater, physicochemical quality, purified water, wastewater treatment plant.

ملخص

تتكون هذه الدراسة أولاً وقبل كل شيء من تحديد الجودة الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي الحضرية (المنزلية) وكذلك الصناعية لبلدية زريزر بولاية الطارف والتي تصرف في واد بوناموسة ولاية الطارف.

هذه الأخيرة تعتمد على تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية (دسيو، دبيو5، المواد الصلبة العالقة، الناقلية، النترت والنترات، الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة) للمياه الخام والمنقاة.

وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن معايير المياه النقية تقع ضمن معايير التصريف في البيئات الطبيعية (دسيو، دبيو5، المواد الصلبة العالقة، الناقلية، النترت والنترات، الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة).

الكلمات المفتاحية

مياه الصرف، النوعية الفيزيوكيميائية، المياه المستعملة، المياه المعالجة، محطة تصفية.

Liste d'Abréviation

°C : Degré Celsius.

D : Debye.

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

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

Eq/hab : l'Equivalent par habitant.

H₂O : eau.

MES : Matière En Suspension (mg/l)

MMS : Matière Minérales Sèche (mg/l)

MVS : Matière Volatile en Suspension (mg/l).

NO⁻² : Nitrites (mg/l).

NO⁻³ : Nitrates (mg/l).

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PO⁻ : Phosphore (mg/l).

SR: Station Relevage.

STEP: Station depuration.

T : Température.

μ : Conductivité Electrique (μs/cm).

μS : Micro Siemence

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
II.1	Classe de turbidité usuelle	10
II.2	Classes de pH usuelles	12
II.3	La qualité de l'eau selon sa conductivité	13
V.1	Résultats des analyses physico-chimiques	38

LISTE DES SCHÉMAS

N°	Titre	Page
I.1	La molécule d'eau	3
I.2	Le cycle d'eau	5
III.1	Fonctionnement d'une station d'épuration	16
III.2	Un dégrilleur grossier	17
III.3	Un prétraitement le dessablage et dégraissage	18
III.4	Un procédé des boues activées	20
III.5	Un Procédée Lit bactérie	21
III.6	Un Lagunage naturel	22
III.7	Représenté le principe de lagunage aéré	22

LISTE DES PHOTOS

N°	Titre	Page
IV.1	La STEP prise par google earth.	26
IV.2	pH mètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).	29
IV.3	Conductimètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).	30
IV.4	Spectrophotomètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.)	31
IV.5	<i>DBO</i> ₅ mètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.)	32
IV.6.	Réacteur DCO (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).	34
IV.7	Dosage de nitrite (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).	35
IV.8	Dosage de nitrate (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).	36

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
V.1	Evolution de la température entre l'entrée et la sortie des eaux.	38
V.2	Evolution du pH de l'entrée et de la sortie des eaux	39
V.3	Evaluation de la conductivité des eaux entre l'entrée et la sortie des eaux	40
V.4	Evolution des MES des eaux entre l'entrée et la sortie de la STEP	40
V.5	Evaluation de la DCO entre l'entrée et la sortie des eaux	41
V.6	Evolution de la DBO_5 entre l'entrée et la sortie des eaux	41
V.7	Evolution de Nitrites entre l'entrée et la sortie des eaux	42
V.8	Evolution de Nitrates entre l'entrée et la sortie des eaux.	43
V.9	Evolution de phosphore entre l'entrée et la sortie des eaux.	43

Sommaire

DÉDICACE

REMERCIEMENT

RÉSUMÉ

LISTE D'ABRÉVIATION

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES SCHEMAS

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES FIGURES

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR L'EAU

I.1. Composition et structure.....3

I.1.1.Composition chimique.....3

I.1.2. Structure de la molécule d'eau.....3

I.2. L'eau fraîche dans la nature.....3

I.3. Le cycle hydrologique de l'eau.....4

I.3.1. Définition.....4

I.3.2. L'évaporation.....5

I.3.3. Transport par les vents et les courants.....5

I.3.4.

Précipitations.....6

I.3.5. Infiltrations.....6

I.3.6. L'écoulement souterrain.....6

I.3.7. Ruissellement de surface.....6

I.4. Les utilisations de l'eau 7

CHAPITRE II : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES

II.1.Définition des eaux usées.....8

II.1.1.Origine des eaux usées.....8

II.1.1.1. Les eaux usées domestiques8

II.1.1.2.Les eaux usées industrielles8

II.1.1.3. Les eaux pluviales8

II.1.1.4. Les eaux agricoles9

II.1.1.5.Les eaux usées urbaines9

II.2.Caractéristiques des eaux usées9

II.2.1.Paramètres organoleptique 10

II.2.1.1. Couleur..... 10

II.2.1.2. Odeur	10
II.2.2. Les paramètres physiques.....	10
II.2.2.1. La température.....	10
II.2.2.2. Turbidité	10
II.2.2.3. Les matières en suspension (MES)	11
II.2.2.4. Les matières volatiles en suspension (MVS).....	11
II.2.2.5. Les matières minérales sèches (MMS).....	11
II.2.2.6. Matières décantables ou flottantes.....	11
II.2.2.7. Les matières colloïdales.....	11
II.2.3. Paramètres Chimiques	11
II.2.3.1. Le potentiel Hydrogène (pH)	11
II.2.3.2. Conductivité	12
II.2.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	13
II.2.3.4. La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5).....	13
II.2.3.5. L'azote.....	14
II.2.3.6. Le phosphore.....	14
II.2.3.7. Oxygène dissous.....	14
II.2.3.8. Métaux lourds.....	14
CHAPITRE III : PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES	
III.1. Station d'épuration.....	15
III.2. Rôle des stations d'épuration.....	15
III.3. Épuration des eaux usées	15
III.3.1. Le prétraitement.....	16
III.3.1.1. Dégrillage.....	16
III.3.1.2. Le dessablage.....	18
III.3.1.3. Déshuilage et dégraissage.....	18
III.3.2. Le traitement primaire	19
III.3.3. Le traitement secondaire (Biologique)	19
III.3.3.1. Boues activés	19
III.3.3.2. Lit bactérien.....	20
III.3.3.3. Lagunage	21
III.3.4. Traitement tertiaire	22
III.3.4.1. Elimination de l'azote	23

III.3.4.2. Nitrification	23
III.3.4.3. Dénitrification.....	23
III.3.4.4. L'élimination du phosphore	24
III.3.4.5. Elimination et traitement des odeurs.....	24
III.3.4.6. Désinfection.....	24
III.4.Conclusion.....	25

CHAPITRE IV : MATÉRIELS ET MÉTHODES

IV.1.Présentation de milieu d'étude.....	26
IV.2.Le but général des travaux la manipulation	27
IV.3.Le principe des travaux	27
IV.4.Echantillonnage.....	27
IV.4.1.Localisation du site de prélèvement.....	27
IV.5 Matériel et méthodes d'analyse des paramètres physico-chimique des eaux usées.	27
IV.5.1 Matériel.....	27
IV.5.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	28
IV.5.2.1.La température	28
IV.5.2.2.Le pH	28
IV.5.2.3. La conductivité électrique (μ).....	29
IV.5.3. Matière en suspension(MES).....	30
IV.5.3.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	32
IV.5.4. Demande chimique en oxygène (DCO)	33
IV.5.5.Dosage de nitrite (NO_2^-).....	34
IV.5.6.Dosage de nitrate (NO_3^-).....	35
IV.5.7.Dosage du Phosphore (PO_4^{3-}).....	36

CHAPITRE V : DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

V.1.Résultats des analyses physico-chimiques	38
V.2.Interprétation des analyses et calcul du rendement de la STEP.....	38
V.2.1.Interprétation de l'évolution de la température.....	39
V.2.2.Interprétation de l'évolution du pH.....	40
V.2.3.Interprétation de l'évolution de la conductivité	40
V.2.1.4.Interprétation de l'évolution des MES	41
V.2.1.5.Interprétation de l'évolution de la DCO	41

V.2.1.6. Interprétation l'évolution de la DBO5.....	41
V.2.1.7. Interprétation de l'évolution de Nitrites.....	42
V.2.1.8. Interprétation de l'évolution de Nitrates.....	43
V.2.1.9. Interprétation de l'évolution du phosphore	43
CONCLUSION ET PERSPECTIVE	45
RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIE	46

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

L'eau est la vie sur la terre. Donc, l'eau est quelque chose de spécial. Chaque chose vivante sur terre (micro-organismes, plantes, animaux, êtres humains et même notre cerveau) consiste principalement en eau. Le monde contient aussi beaucoup d'eau. Plus que 70% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde). Cette petite fraction d'eau douce doit pourtant satisfaire l'ensemble des besoins de l'humanité.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques. La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin.

En Algérie, les contraintes du climat, la croissance démographique, les transformations économiques et sociales sont à l'origine d'une demande en eau sans cesse croissante. Parallèlement, le recours à l'irrigation est devenu une nécessité. Or, face à ces demandes, les ressources en eau sont rares et insuffisantes. Elles sont limitées, vulnérables et inégalement réparties. Pour une population de 38 millions d'habitants, les ressources renouvelables en eau sont de 550 m³/an par habitant, de ce fait, l'Algérie est un pays où l'eau est rare. Dans ces conditions déficitaires en eau, le secteur de l'agriculture est le plus gros demandeur [1].

Dans ce contexte, l'utilisation des eaux usées épurées est devenue une exigence et il faut qu'elle fasse partie intégrante de la stratégie de mobilisation de toutes les ressources disponibles. En Algérie, la consommation en eau s'accroît de manière soutenue depuis cette dernière décennie. C'est ainsi qu'une politique de mobilisation et d'utilisation des eaux non conventionnelles (dessalement de l'eau de mer, eaux saumâtres, eaux usées) a été mise en place récemment. Dans le cadre de la gestion des eaux usées épurées, plusieurs moyens sont mis en place pour une meilleure protection de l'environnement aquatique.

Les stations d'épuration urbaines ont pour rôle d'éliminer la pollution contenue dans les effluents domestiques, avant leur rejet dans le milieu naturel. Le principe consiste à éliminer les matières minérales et organiques en suspension et en solution, afin d'obtenir une eau épurée, conforme aux normes de rejets. [2].

En ce qui concerne la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi la station de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

L'objectif de cette étude est de connaître les propriétés (DCO, DBO5, les MES, μ , nitrite et nitrate, le pH et la température) de l'eau traitée et rejetée par la station et sa destination, puis compare ces propriétés si elles sont conforme aux normes algériennes et internationales, en étudiant un ensemble de caractéristiques représentées par DCO, DBO5, les MES, μ , NO_2^- et NO_3^- , le pH et la température de l'eau.

Ce travail est organisé en cinq chapitres :

Le premier chapitre : Il présente la molécule d'eau en termes généraux, le cycle de l'eau et ses domaines d'utilisation.

Le deuxième chapitre : présente l'eau usée et à leurs paramètres.

Le troisième chapitre : présente des procédés de traitement des eaux usées et principes de fonctionnement.

Le quatrième chapitre : présente les matériels et les méthodes d'analyse utilisées dans cette étude.

Le cinquième chapitre : on présente tous les résultats obtenu à partir des analyses physico-chimiques.

Le travail est clôturé par une conclusion générale

CHAPITRE I
GÉNÉRALITÉ SUR
L'EAU

I.1. Composition et structure

I.1.1. Composition chimique

L'eau est un corps composé, constitué d'oxygène et d'hydrogène. Ces deux éléments existent chacun sous trois formes isotopiques : ^1_1H (Hydrogène), ^2_1H (deutérium), ^3_1H (tritium) d'une part et $^{16}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$ d'autre part. Les proportions des isotopes ^1_1H , et $^{16}_8\text{O}$ sont très faibles. L'eau est donc un mélange de trois molécules, H_2O , D_2O , et HDO. H_2O , constituant la fraction la plus importante du mélange (> 99,99%) [3].

I.1.2. Structure de la molécule d'eau

La composition chimique et la masse molaire de l'eau ne peuvent pas expliquer ses propriétés spécifiques [4].

Caractéristiques géométriques

- La molécule H-O-H est coudée.
- Angle de valence de $104,45^\circ$
- Distance internucléaire HO = $0,958 \text{ \AA}$

La différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène confère à la molécule d'eau un moment dipolaire $\mu = 1,86 \text{ D}$ (gaz) et $\mu = 2,01 \text{ à } 3,0 \text{ D}$ (liquide)

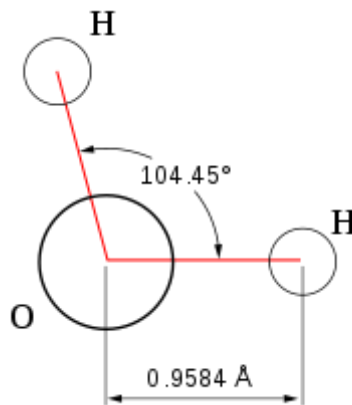


Schéma I.1. La molécule d'eau.

I.2. L'eau fraîche dans la nature

Oxyde dihydrogène (H_2O), une substance qui existe abondamment en phase solide, liquide et gazeuse sur la surface terrestre et dans l'atmosphère [5].

La majorité de cette eau est salée, elle se trouve dans les océans et les mers (97,2 %). L'eau douce est répartie entre les glaciers, les nappes souterraines, les lacs, les cours d'eau

et l'atmosphère, sous forme de vapeur. Bien que seulement 2% d'eau douce est disponible pour la boisson et l'irrigation, et presque la moitié des humains manquent d'accès à un approvisionnement suffisant d'eau potable.

I.3. Le cycle hydrologique de l'eau

I.3.1. Définition

Le cycle de l'eau, appelé aussi cycle hydrologique, est l'ensemble des cheminements que peut suivre une particule d'eau. Ces mouvements, accompagnés de changements d'état, peuvent s'effectuer dans l'atmosphère, à la surface du sol et dans le sous-sol. Chaque particule n'effectue qu'une partie de ce cycle et avec des durées très variables : une goutte de pluie peut retourner à l'océan en quelques jours alors que sous forme de neige, en montagne, elle pourra mettre des dizaines d'années [6].

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau des océans et des surfaces libres passe en phase gazeuse, c'est l'évaporation. Cette vapeur d'eau s'élève pour se condenser sous forme de gouttelettes dans l'atmosphère. L'eau retombe alors dans les océans et sur les continents sous forme de précipitations liquides (pluie) ou solides (neige ou glace). Lors de la photosynthèse, la végétation prélève une partie de celle-ci et redistribue l'eau à l'atmosphère par transpiration. Le terme d'évapotranspiration regroupe les phénomènes de transpiration des végétaux et d'évaporation de l'eau libre des continents et des océans.

La part de la pluie qui n'est ni évapotranspirée, ni évaporée constitue la pluie efficace. Cette dernière est disponible pour l'écoulement de surface, l'infiltration en profondeur permettant de recharger les aquifères ou le stockage dans les premiers mètres du sol.

Des différentes parties du cycle de l'eau, l'évapotranspiration est le point le plus délicat à évaluer. En effet, contrairement aux pluies ou aux écoulements qui peuvent faire l'objet d'une approche quantitative satisfaisante bien que peu précise, il est encore actuellement très difficile de mesurer directement le flux de vapeur d'eau dans l'atmosphère, c'est pourquoi on utilise des formules d'évaluation empiriques [7].

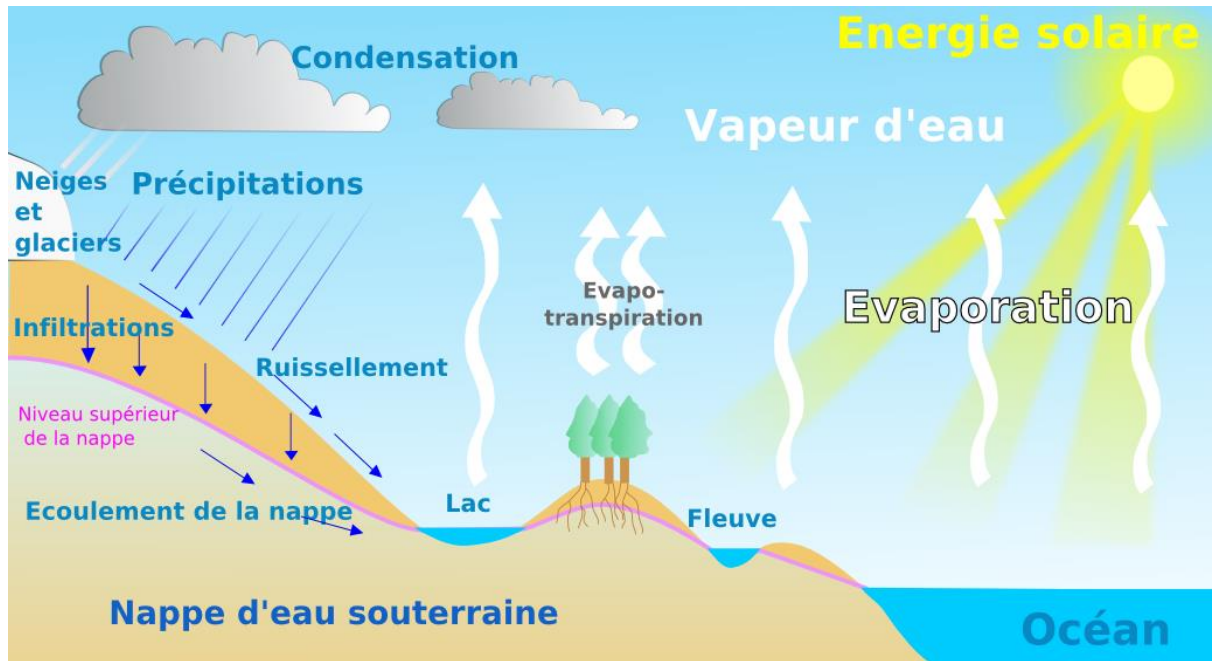


Schéma I.2. Le cycle d'eau. (BENNIS. S, 2009)

L'ensemble de tous les processus de transformation de l'eau sur la terre s'appelle cycle hydrologique dont les phases principales sont [8].

I.3.2. L'évaporation

L'évaporation se fait principalement au niveau des océans qui couvrent 70 % de la surface terrestre et contiennent 97 % des eaux disponibles. L'évaporation annuelle moyenne à partir des océans est estimée à 1400 mm. Cependant, approximativement 90 % de ce volume retombe directement sous forme de précipitations sur les océans. Mais l'évaporation se fait aussi directement à partir de l'atmosphère en temps de pluie, au niveau des plans d'eau, du sol humide et à travers la végétation (480 mm/an).

Dans ce dernier cas on l'appelle transpiration. On définit ce le nom l'évapotranspiration l'ensemble des processus d'évaporation et de transpiration. L'évaporation directe à partir d'un manteau nival, sans passer par l'état liquide, est appelée sublimation.

I.3.3. Transport par les vents et les courants

Les nuages formés par évaporation peuvent être transportés par les vents et les courants. Ces mouvements d'air sont générés par le gradient de pression qui existe entre les

centres de haute et basse pressions. L'existence de ces centres est directement reliée au gradient de température entre des endroits exposés différemment au soleil.

I.3.4. Précipitations

Sous certaines conditions atmosphériques, les nuages formés par l'évaporation se condensent et tombent sous l'effet de la gravité donnant lieu aux précipitations. Celle-ci peuvent être solides ou liquide selon que la température ambiante est respectivement en-dessous ou au au-dessus de zéro degré.

Les précipitations sur les terres (800mm/an) proviennent à 40 % de l'évaporation à partir des océans et à 60 % à partir de l'évaporation au niveau des plans de l'atmosphère et du sol.

I.3.5. Infiltrations

Quand les précipitations sont liquide, une partie remplit de dépression et s'infiltré dans le sol. Ces infiltrations rechargent le sol en humidité et alimentent les nappes souterraines.

I.3.6. L'écoulement souterrain

Les nappes souterraines alimentent horizontalement les cours d'eau et les lacs durant les jours et les mois qui suivent les infiltrations verticales dans le sol. Cependant selon la position relative du niveau de la nappe souterraine et du cours d'eau avoisinant, il peut y avoir écoulement dans un sens ou dans l'autre.

I.3.7. Ruissellement de surface

L'excédent des précipitations qui ne s'est pas infiltré ou évaporé ou n'a pas été intercepté par la végétation va s'écouler selon la pente du terrain. C'est le ruissellement de surface qui alimente les rivières et les fleuves se déchargeant dans les mers et océans. On estime qu'annuellement seulement 320mm des 800 mm tombant sur les terres retournent aux océans sous forme de ruissellement de surface. La balance (480mm/an) constitue le déficit d'écoulement.

I.4. Les utilisations de l'eau

Les utilisations de l'eau sont traditionnellement réparties entre secteurs : l'eau domestique, agricole et industrielle en pourcentage de l'utilisation totale de l'eau. Le secteur domestique comprend généralement des utilisations domestiques sont principalement hygiéniques, alimentaires (boire et cuisiner) et agrémentiels (lavage de la voiture, arrosage du jardin, piscine). Le secteur industriel comprend généralement l'eau utilisée pour le refroidissement des centrales électriques et la production industrielle. Le secteur agricole comprend l'eau pour l'irrigation et l'élevage. Le secteur de l'énergie (compris la production d'électricité et la production d'énergie primaire) est souvent inclus dans le secteur industriel dans les analyses de l'utilisation de l'eau ; gros utilisateur et consommateur, il peut faire d'autre-part l'objet d'un comptage séparé [9].

CHAPITRE II
GÉNÉRALITÉ SUR LES EAU USÉES

II.1.Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs [10].

II.1.1.Origine des eaux usées :

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue cinq catégories d'eaux usées :

II.1.1.1. Les eaux usées domestiques :

Elles parviennent des différents usages domestiques de l'eau, elles sont constituées essentiellement d'excréments humains .Des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires [11].

II.1.1.2.Les eaux usées industrielles :

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme. Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications comme (cuivre, fer, mercure, nickel, l'argent, zinc). Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux (métaux lourds) [12].

II.1.1.3. Les eaux pluviales :

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluie collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la

canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [11].

II.1.1.4. Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terre cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [11].

II.1.1.5. Les eaux usées urbaines :

Elles comprennent les eaux usées provenant des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généraux de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux "vannes". Ces derniers sont des rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées ou non et de germes fécaux. Les eaux usées urbaines comprennent aussi une autre catégorie d'eau, elle est formé des eaux de ruissellement, générées par les eaux pluviales notamment des périodes orageuses, L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (Huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds ...) [13].

II.2. Caractéristiques des eaux usées :

Dans ce sous chapitre nous passerons en revue les principaux paramètres physicochimiques analysés au cours de la partie expérimentale ainsi que les paramètres bactériologiques les plus rencontrés dans les eaux usées.

II.2.1. Paramètres organoleptique :**II.2.1.1. Couleur :**

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturelles comme le fer et le manganèse, ou des composés organiques, dont les plus répandus sont des algues, des protozoaires et des produits naturels de la décomposition des végétaux comme les substances humiques, les tanins et les lignines [14].

II.2.1.2. 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.

II.2.2. Les paramètres physiques :**II.2.2.1. La température :**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 °C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures variant de 12 à 15 °C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [15].

II.2.2.2. 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 matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [16].

Tableau II.1. Classe de turbidité usuelle.

turbidité \leq 5 NTU	Eau claire
$5 \leq$ turbidité \leq 30 NTU	Eau légèrement trouble
turbidité \geq 50 NTU	Eau trouble

II.2.2.3. Les matières en suspension (MES) :

Elles sont en majeure partie de nature biodégradable, la plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES, elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur, cependant elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures. Les MES s'expriment par la relation suivante : $MES = MMS + MVS$ [17].

II.2.2.4. Les matières volatiles en suspension (MVS) :

Elles sont recueillies soit par filtration, soit par centrifugation, séchées à 105°C, puis pesées, ce qui fournit la teneur en MES (g/l). Elles ensuite chauffées à 500-600°C, les matières volatiles disparaissent, et la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l) matières volatiles en suspension [15].

II.2.2.5. Les matières minérales sèches (MMS) :

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice [13].

II.2.2.6. Matières décantables ou flottantes :

Elles représentent la fraction des composés grossiers (galets, graisses...). Ces substances sont soumises à des prétraitements ou éventuellement à un traitement primaire. En fonction de leur nature, on peut recourir aux procédés de flottation ou de décantation [19].

II.2.2.7. Les matières colloïdales :

Dissoute dans l'eau, elles sont constituées de particules d'un diamètre de 0.01 à 100 µm. A la limite entre les phases solide et soluble, ces éléments sont éliminés par dégradation biologique ou par décantation associée à un mécanisme de coagulation [19].

II.2.3. Paramètres Chimiques :**II.2.3.1. Le potentiel D'Hydrogène (pH) :**

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Il joue un rôle important dans :

- Les propriétés physiques
- Chimiques (l'acidité et l'alcalinité).
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation).
- Le processus biologiques.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie [20].

Tableau II.2. Classes de pH usuelles.

pH < 5	-Acidité, pH coca cola = 3, pH jus d'orange = 5 -présence d'acide minéral ou organique dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée, majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Eaux souterrains
pH > 8	Alcalinité

II.2.3.2. Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [11].

Tableau II.3.La qualité de l'eau selon sa conductivité.

Qualité	Conductivité $\mu\text{s}/\text{cm}$
Eau pure	≤ 23
Eau douce	100-200
Eau de minéralisation moyenne	250-500
Eau minéralisée	1000-2500

II.2.3.3. La demande chimique en oxygène (DCO) :

Elle représentative de la quantité de matières organiques oxydables par voie chimique. En d'autres termes, elle correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

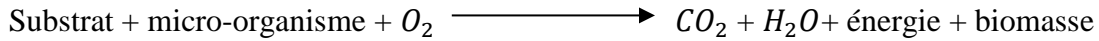
L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO. Généralement la valeur de la DCO est :

- DCO = 1.5 à 2 fois DBO : pour les eaux usées urbaines ;
- DCO = 1 à 10 fois DBO : pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO : pour les eaux usées industrielles [21].

II.2.3.4.La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5) :

La demande biochimique en oxygène exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours [11] ; c'est la DBO_5 . Elle se résume à réaction chimique suivante :



II.2.3.5. L'azote :

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) [22].

II.2.3.6. Le phosphore :

Il peut se retrouver sous forme minérale ou organique. Ces différents composés se trouvent soit à l'état dissous dans la phase liquide, soit fixés sur les matières en suspension [23].

Dans les eaux résiduaires urbaines le phosphore provient du métabolisme et des détergents, mais cette dernière origine tend à diminuer par la réduction des composées phosphorées dans les lessives.

II.2.3.7. Oxygène dissous :

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène [24].

II.2.3.8. Métaux lourds :

Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver toutes sortes de métaux lourds à savoir le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse et le molybdène qui proviennent essentiellement des détergents, des produits cosmétiques et des petites unités industrielles.

CHAPITRE III
GÉNÉRALITÉ SUR LES
EAU USÉES

III.1. Station d'épuration :

Une station d'épuration permet de traiter les eaux usées qu'elles soient d'origines industrielles ou qu'elles proviennent des activités quotidiennes de l'homme. Le but est de collecter les eaux usées, puis de les épurer par traitement, avant de pouvoir les rejeter dans le milieu naturel sans risquer de polluer notre environnement.

Une station d'épuration est une installation de plusieurs dispositifs et des procédés bien spécifique ; chaque procédé a pour rôle d'éliminer ou de diminuer le taux d'un polluant présent dans l'eau usée. Equipée d'un LABORATOIR D'ANALYSE qui a pour but de calculer le rendement de la STEP et d'étudier l'anomalie (si nécessaire) ; d'une façon générale il surveille le fonctionnement de la station.

Une STEP est généralement placée à l'extrémité d'un réseau de collecte à l'amont d'un milieu naturel bleu, tel un lac.

III.2. Rôle des stations d'épuration :

Ce 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.

III.3. Épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux. Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général. Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

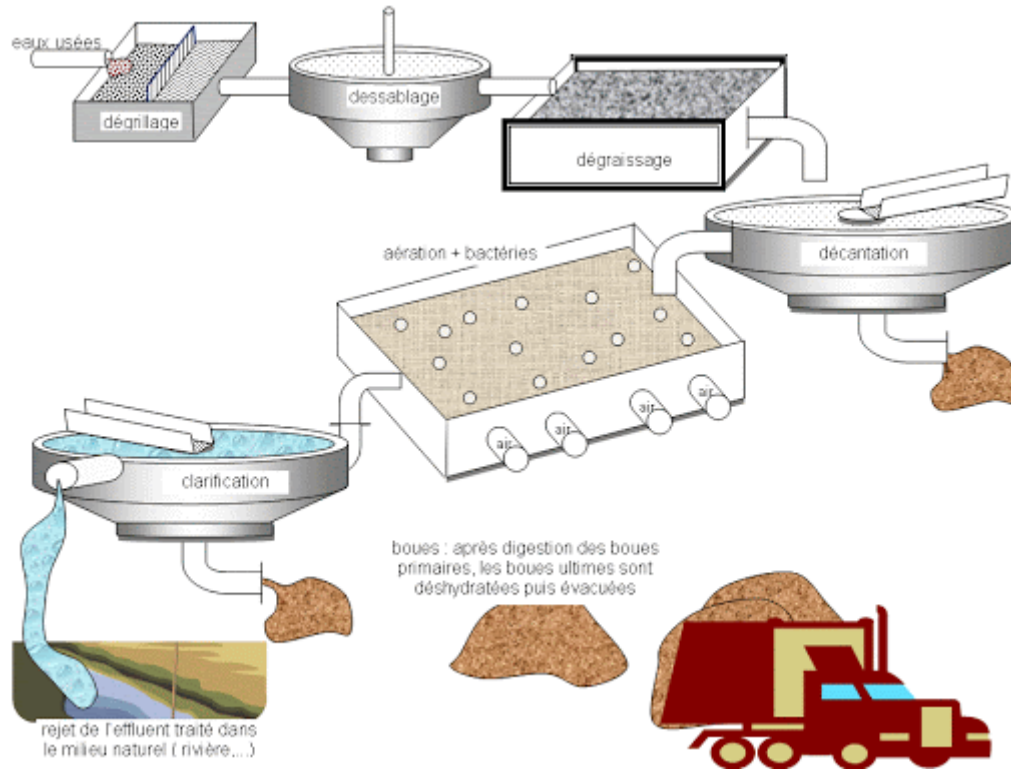


Schéma III.1. Fonctionnement d'une station d'épuration. (Badai-Gondard. F, 2003)

III.3.1. Le prétraitement :

Le prétraitement est un l'ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à extraire de l'eau brute. Ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. S'il s'agit de déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) [25].

III.3.1.1. Dégrillage :

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

Un dégrillage grossier : l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm

Un dégrillage fin : après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250m³ / h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s [26].

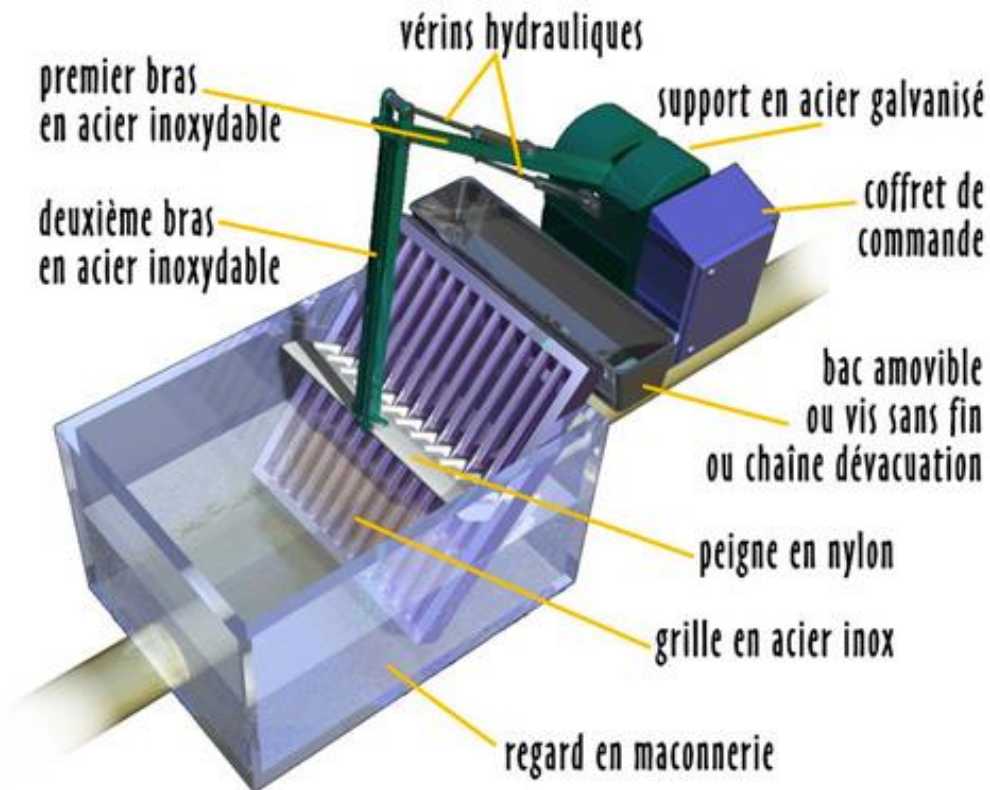


Schéma III.2. Un dégrilleur grossier. (Legube B, 1996)

III.3.1.2. Le dessablage

Consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage et permet de réduire la production des boues et d'éviter de perturber les autres étapes de traitement, en particulier, le réacteur biologique [27].

III.3.1.3. Déshuilage et dégraissage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite. La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C [28].

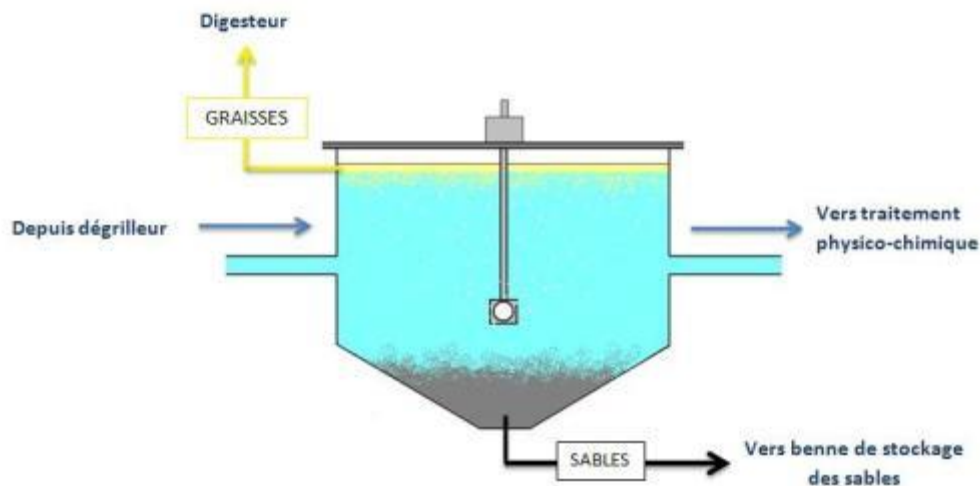


Schéma III.3. Un prétraitement le dessablage et dégraissage. (Degrement, 1989)

III.3.2. Le traitement primaire :**• Décantation :**

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité.

La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les Boues (primaires), ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage. L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules.

La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable [29].

III.3.3. Le traitement secondaire (Biologique) :

Le traitement secondaire est un traitement purement biologique des eaux usées et a pour objet de réduire la teneur en matière organique présentes dans ces eaux et leur dégradation biologique par les micro-organismes. Parmi les divers micro-organismes responsables de la dégradation on trouve les bactéries aérobies et les bactéries anaérobies [30].

III.3.3.1. Boues activés :

C'est un traitement très largement utilisé, il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter dans lequel est injecté une boue chargée de bactéries.

Les bactéries consomment la matière organique et contribuent à l'élimination de l'azote et du phosphate, à la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur.

La boue décantée est séparée en deux flux l'un rejoint le réacteur et l'autre est évacué vers la filière des boues, l'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène [31].

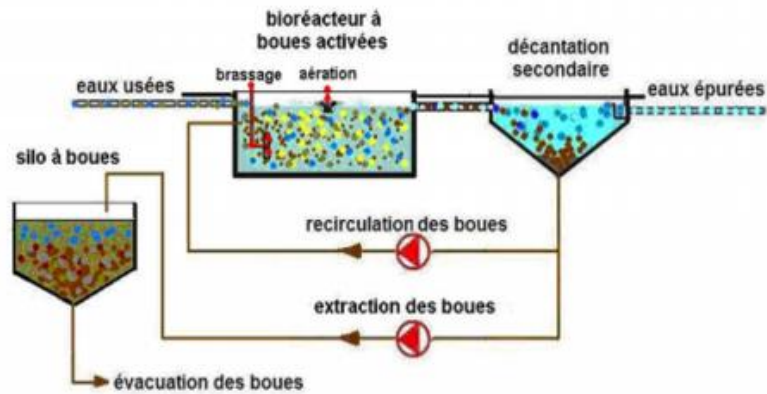


Schéma III.4. Un procédé des boues activées. (Camard J.P, 2002)

III.3.3.2. 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 contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO_5 [32].

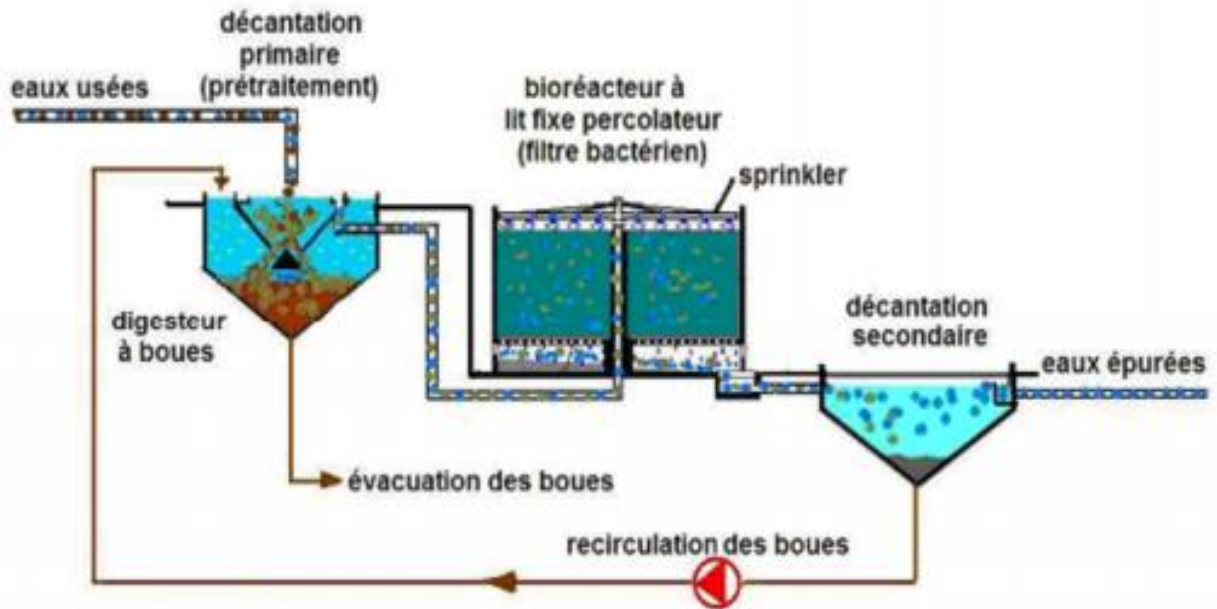


Schéma III.5. Un Procédé Lit bactérie. (Rodart et al, 1989)

III.3.3.3. Lagunage :

On distingue deux types de lagunage :

- **Lagunage naturelle :**

Les eaux usées admises sur un lagunage naturel sont dégradées par un écosystème constitué essentiellement d'algues microscopiques, de bactéries aérobie et anaérobie et une microfaune adaptée. L'oxygène dissout nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques en présence de rayonnement solaire [33].

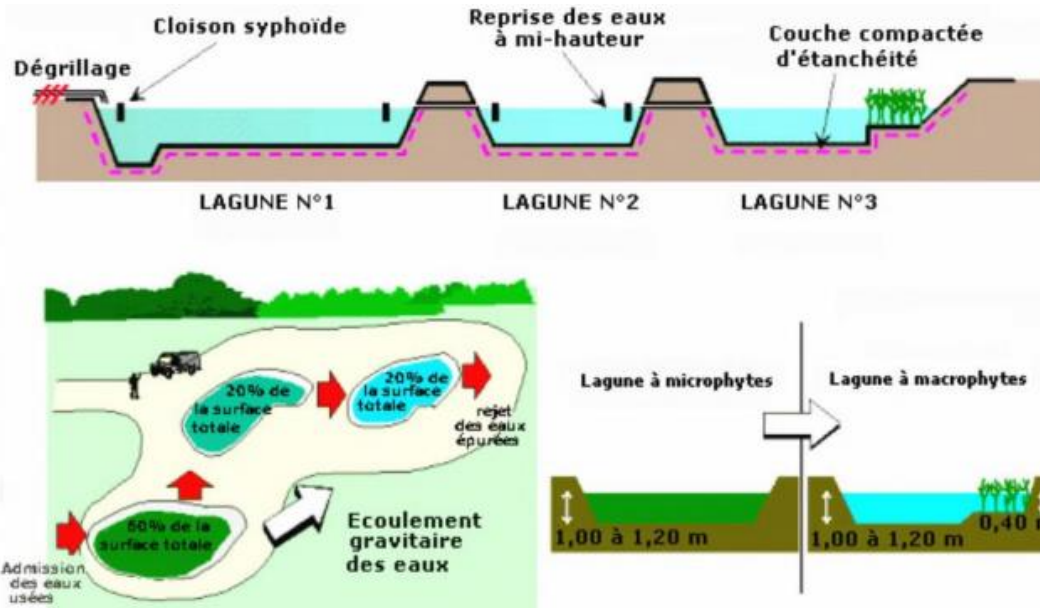


Schéma III.6. Un Lagunage naturel. (Pierre, M-B, 2007)

- **Le lagunage aéré :**

Le lagunage aéré consiste à intensifier l'activité aérobie par un apport artificiel d'oxygène par des aérateurs mécaniques flottants ou fixes ou une insufflation d'air avec un long temps de séjour des effluents dans des bassins pour parvenir à une épuration poussée [34].



Schéma III.7. Représenté le principe de lagunage aéré. (Molleta, R, 2006)

III.3.4. Traitement tertiaire :

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les

microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques » (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable [35].

III.3.4.1. Elimination de l'azote :

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" [24].

III.3.4.2. Nitrification :

La nitrification consiste en la transformation (l'oxydation) de l'ammoniaque en nitrite puis en nitrate, elle est réalisée de façon biologique par les bactéries nitrifiantes. Le temps de rétention des eaux dans le bassin d'aération doit donc être assez long [36].

La nitrification s'effectue en deux stades par micro-organismes autotrophes :

Nitrification : oxydation de (NH_4^+) en (NO_2^-) par des bactéries des germes Nitrosomonas.

Nitrification : oxydation de (NO_2^-) en (NO_3^-) par des bactéries des germes Nitrobactéries

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



III.3.4.3. Dénitrification :

La dénitrification est le processus par lequel les bactéries dénitrifiâtes anaérobies convertissent le nitrate en azote gazeux (N_2).

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 [36,37].



III.3.4.4. L'élimination du phosphore:

L'élimination du phosphore, ou "dé phosphatation", peut être réalisée par des voies Physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, Les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

III.3.4.5. Elimination et traitement des odeurs :

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation. Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements.
- Les boues et leur traitement.

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et Les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur.

III.3.4.6. Désinfection :

Pour les zones sensibles, il est primordial de rejeter une eau épurée ne contenant pas de concentration élevée en pathogènes. C'est pourquoi un traitement supplémentaire est parfois

réalisé : la désinfection cette dernière peut s'effectuer par différentes méthodes, notamment par la chloration, l'ozonation, les rayons ultraviolets, filtration et lagune de finition [24].

III.4.Conclusion :

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

L'eau usée est une source d'eau toujours disponible étant donné que la consommation d'eau propre ne s'arrête pas.

En effet, les eaux épurées peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel.

CHAPITRE IV
MATÉRIELLES ET
MÉTHODES

IV.1.Présentation de milieu d'étude



Photo IV.1.La STEP prise par google earth.

- Nom de station d'épuration : STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.
- Commune de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.
- Wilaya d'EL-TARF.
- Localités concernées par traitement : ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.
- Capacité de la station : 3000 Eq/hab 3500 m³/mois.
- Source d'eau usée : SR Chaaba Hamra, SR ZRIZER Wilaya d'EL-TARF. Centre, Kariat Sidi-Abd par gravité.
- Milieu récepteur : Oued Bou Namoussa Wilaya d'EL-TARF
- Procédé de traitement : boue active à faible charge par aérateur de surface un temps d'arrêt (dénitrification).
- Entreprise retenue pour la réalisation du génie- civil : Hydrotraitement.
- Entreprise retenue pour la partie équipement : Hydrotraitement.
- Date de mise en service de la station : 1985
- Date de transfert de la station à l'ONA : juin 2006
- Caractéristique des eaux usées épurées :
 - Matière en suspension MES : 30mg/l
 - Demande chimique en oxygène DCO : 90mg/l
 - Demande biologique en oxygène DBO₅ : 30mg/l
 - La température : 30°C

- Le Potentiel d'hydrogène : 6,5-8,5.

IV.2.Le but général de travail :

Détermination des paramètres physico-chimiques d'une eau usée et purifier de la commune de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF et sa destination.

IV.3.Le principe de travail : le but de travail et de déterminer quelques paramètres :

- la matière en suspension (MES) ;
- la demande chimique en oxygène (DCO) ;
- la demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO_5) ;
- Le pH ;
- La conductivité (μ) ;
- La de température ;
- Le phosphore PO_4^{-3} .

IV.4.Echantillonnage

Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

IV.4.1.Localisation du site de prélèvement

Dans ce travail, le prélèvement a été réalisé en 02 points au niveau de stations d'épuration de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.

L'eau entrée : l'eau brute.

L'eau sortie : l'eau épurée

IV.5 Matériel et méthodes d'analyse des paramètres physico-chimique des eaux usées**IV.5.1 Matériel**

Le matériel utilisé dans le laboratoire des STEP sont une rampe de filtration, un

Spectrophotomètre, un oxymètre, un DBO mètre.

IV.5.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques :**IV.5.2.1. La température**

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à un pH-mètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (C°).

Appareil : WTW PH 351i au Allemagne

IV.5.2.2. Le pH**Principe**

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé. L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser.

Appareil : WTW PH 351i au Allemagne

Protocole

- Etalonnage de l'appareil ;
- Raccorder la chaîne de mesure à l'appareil de mesure ;
- Préparer les solutions tampons ;
- Calibrer ou contrôler l'appareil de mesure avec la chaîne de mesure ;
- Appuyer sur la touche CAL jusqu'à affichage de l'indication Ct1 et de la fonction Auto Cal TEC ;
- Immerger la chaîne de mesure du pH dans la première solution tampon ;
- Appuyer sur la touche ENTRER. La valeur tampon prescrite apparaît dans la fenêtre d'affichage. Exemple : 4,01 Lorsque la valeur mesurée est stable, il s'affiche Ct2. Nous répétons le processus avec les solutions tampons de pH 7 et 10,01 ;
- Sélectionner le mode de mesure avec la molarité (M).
- Introduire un volume de l'échantillon d'eau à analyser dans le bécher.
- Immerger la chaîne de mesure du pH dans le milieu de mesure.

- Appuyer sur la touche M jusqu'à ce que pH soit indiqué dans l'affichage de l'état. La valeur du pH s'affiche à l'écran.



Photo IV.2. pH mètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).

IV.5.2. 3. La conductivité électrique (μ)

Principe

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm . Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$).

La conductivité électrique a été déterminée à l'aide d'un conductimètre électrique.

Appareil : WTW conductimètre 340i au Allemagne

Protocole

- Etalonnage de l'appareil ;
- Appuyer sur la touche ENTRER. L'indication CAL s'affiche ;
- Plonger la cellule de mesure de la conductivité dans l'étalon de contrôle $0,01 \text{ mol/l}$ KCl ;
- Appuyer sur la touche ENTRER ;
- La constante de cellule déterminée s'affiche. L'appareil de mesure enregistre automatiquement la constante de cellule ;

- Retour au mode de mesure : appuyer sur la touche M. La constante de cellule déterminée est reprise pour la mesure ;
- Introduire un volume de l'échantillon l'eau à analyser (eau brute et eau épurée) dans le bécher ;
- Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$. A partir de cet appareil on peut mesurer la salinité ;
- Plonger la cellule de mesure de la conductivité dans la solution de mesure ;
- Appuyer sur la touche $\uparrow\downarrow$ jusqu'à ce que s'affichent l'affichage d'état et l'unité $\mu\text{S}/\text{cm}$. La valeur de conductivité apparaît à l'écran.



Photo IV.3. Conductimètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).

IV.5.3. Matière en suspension(MES)

Principe

La matière en suspension a été déterminée par d'un spectrophotomètre. Elle a été exprimé en mg /l.

Appareil : spectrophotomètre HACH DR/2400 au Allemagne

Protocole :

- Etalonnage de l'appareil ;
- Programme : régler la longueur d'onde à 810 nm ;
- Introduire dans une cuvette de 10 ml le blanc qui est l'eau distillée ce qui est permet la lecture ;

- Dans une autre cuvette, introduire 10 ml l'eau d'entrée (brute) et faite la lecture sur l'appareil, même l'opération pour l'eau de sortie (épurée).

Programme de spectrophotomètre

- Appuyer sur programme HACH DR/2400 : Sélectionner le programme qui correspond à chaque élément mesuré ;
- Transférer 10 ml d'eau distillée dans une cuve (blanc) ;
- Transférer 10 ml de l'échantillon dans une autre cuve (l'échantillon préparé eau et quelque goutte de réactif) ;
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, en suite OK, une période de réaction va commencer ;
- Lorsque la minuterie ralentie, essuyer l'extérieur du blanc et introduire dans le compartiment de cuve ;
- Appuyer sur zéro, l'indication suivant apparaît sur l'écran 0,00 mg/L ;
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et introduire dans le compartiment de cuve ;
- Lire le résultat directement sur l'écran en mg/L.

Remarque : La préparation du blanc et de l'échantillon varie d'un dosage à un autre.



Photo IV.4. Spectrophotomètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.)

IV.5.3.1 La demande biochimique en oxygène pendant 5 jour (DBO_5)

Principe

La détermination de la DBO_5 consiste à mesurer la concentration d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20 C°. Par convention, la DBO_5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation à l'aide d'un appareil DBO_5 .

Appareil : HACH BOD Trak au Allemagne.

Protocole :

- Placer un barreau d'agitation magnétique de 3.8 cm dans chacun des flacons d'échantillon ;
- Ajouter une base quel que soit le NaOH ou KOH mais dans le laboratoire avec l'entonnoir fourni, ajouter le contenu de sachet d'hydroxyde de lithium à chaque flacon ;
- Placer les flacons sur l'appareil DBO_5 mètre. Raccorder le tuyau approprié au flacon et serrer correctement le bouchant. Chaque tuyau est étiqueté avec le numéro de voie et la disposition des numéros de flacons correspond à celle du panneau de commande ;
- Mettre en marche l'appareil de DBO_5 pendant 5 jours et lire les résultats.



Photo IV.5. DBO_5 mètre (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF.)

IV.5.4. Demande chimique en oxygène (DCO)**Principe**

Oxydation à chaud (150 C°), pendant 2h en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant. On évalue la quantité d'oxygène (en mg /l), utilisée par les réactions d'oxydation en déterminant la quantité d'oxydant résiduelle.

Appareil : réacteur WTW CR2200 au Allemagne, spectrophotomètre HACH DR/2400 au Allemagne.

Protocole

- Homogénéiser 100 ml de l'échantillon pendant 30 secondes dans un mixer (pour les échantillons riches en particules solides, accroître le temps d'homogénéisation) ;
- verser l'échantillon homogénéisé dans un bécher de 250 ml et agiter lentement avec un agitateur magnétique ;

Mettre le bécher contenant l'échantillon sous tension et préchauffer à 150°C.

Placer l'écran de protection devant le réacteur.

- Tenir un tube incliné à 45 °C. Utiliser une pipette volumétrique pour transférer 2 ml de l'échantillon dans le tube ;
- Utiliser une pipette volumétrique pour transférer 2 ml d'eau d'ionisée dans le tube (le blanc) ;
- Refermer soigneusement les tubes, les rincer avec de l'eau dés ionisée et les essuyer avec une serviette propre en papier ;
- Tenir les tubes par le capuchon au-dessus d'un évier. Les retourner doucement à plusieurs reprises pour homogénéiser. Placer les tubes dans le réacteur DCO préchauffé. Les tubes deviendront très chauds durant la digestion. Chauffer les tubes pendant 2 heures ;

Mettre le réacteur hors tension, Attendre environ 20 minutes afin de laisser refroidir les tubes à moins de 120 °C ;

Retourner plusieurs fois les tubes individuels pendant qu'ils sont encore chauds ;

Placer les tubes dans un support de cuve et laisser refroidir à température ambiante ;

Lire la DCO après refroidissement directement avec un Spectrophotomètre.



Photo IV.6. Réacteur DCO (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).

IV.5.5. Dosage de nitrite (NO_2^-)

Principe

C'est la mesure de quantité de nitrite (NO_2^-) présente dans l'eau brute et épurée (0.00 à 0.30 mg/l) par filtration.

Appareil : spectrophotomètre HACH DR/2400 au Allemagne.

Protocole

- Pipeter 5 ml de l'échantillon dans une tube NitriVer 3 pour nitrite ;
- Refermer le tube et agiter jusqu'à dissolution du réactif en poudre, une coloration rose se développera en présence de nitrite ;
- La période de réaction est de 20 minutes ;
- Transférer 5 ml de l'échantillon dans un tube vide (le blanc) ;
- Essuyer l'extérieur du blanc (tube) et l'introduire dans le compartiment de cuve ;

Essuyer l'extérieur du tube contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment cuve et lire les résultats.

Programme : régler à 507nm ;

Blanc : 10ml d'échantillon ;

Echantillon : 10ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitriVer3 ;

Agiter et appuyer sur Shift5 pendant 20min ;

Faire la lecture sur spectrophotomètre.

Remarque : La présence de nitrite indique la coloration rose



Photo IV.7.Dosage de nitrite (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).

IV.5.6.Dosage de nitrate (NO_3^-)

Principe

C'est la mesure de quantité de nitrate (NO_3^-) présente dans l'eau brute et épurée (0.00à4.5mg/l) par filtration.

Appareil : spectrophotomètre HACH DR/2400 au Allemagne.

- **Mode opératoire** Retirer le capuchon d'un tube de réactif A NitraVer X et pipeter 1.00 ml de l'échantillon (le blanc) ;
- Refermer le tube et le renverser dix fois pour homogénéiser ;
- Essuyer l'extérieur du blanc (tube) et l'introduire dans le compartiment de cuve ;
- Retirer le tube de l'appareil. A l'aide d'un entonnoir transférer le contenu d'une pochette de réactif B NitraVer x dans le tube ;
- Renfermer et renverser dix fois pour homogénéiser. Certaines particules solides ne se dissoudront pas ;
- une période de réaction de 5 minutes est nécessaire. Ne plus retourner le tube, une coloration jaune apparait en présence de nitrate ;

- 5 minutes après, essuyer l'extérieur du tube contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve et lire les résultats dans le spectrophotomètre.

Programme : régler à 400nm.

Blanc : 25ml l'eau désionisée.

Echantillon : 25ml d'eau brute et épurée +2 pochettes de réactif NitraVer5.



Photo IV.8. Dosage de nitrate (laboratoire de STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF).

IV.5.7. Dosage du phosphore PO_4^{3-} :

Principe

C'est la mesure de quantité du phosphore présente dans l'eau brute et épurée (0.00à3.5mg/l) par filtration.

Appareil : spectrophotomètre HACH DR/2400 au Allemagne.

Protocole.

- Etalonnage de l'appareil
- Programme : régler à 490 nm.
- Introduire dans une cuvette de 10 ml le blanc qui est l'eau d'entrée (brute) ce qui est permet la lecture ;

- Dans une autre cuvette, introduire l'eau d'entrée (brute) +1 pochettes de réactif phosVer3 ;
- Agiter et laisse pendant 2min ;
- Faire la lecture sur spectrophotomètre, même opération pour l'eau de sortie (épurée)

Photo IV.4.

CHAPITRE V
DISCUSSION ET
INTERPRÉTATION DES
RÉSULTATS

CHAPITRE V DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

V.1.Résultats des analyses physico-chimiques :

Tableau V.1.Résultats des analyses physico-chimiques.

Mois	Février		Mars		Avril	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Température (°C)	15.2	14.6	14.4	13.7	15.44	14.67
pH	7.58	7.7	7.2	7.52	7.13	7.21
Conductivité (µS/cm)	2343	1624	1855	1243	2105	1492
MES (mg/l)	490	14	260	40	360	20
DCO (mg/l)	808	100.4	408	53	460	49
DBO_5 (mg/l)	368	16	234	25	244	10
NO_2^- (mg/l)	0.013	0.030	0.08	0.09	0.014	0.025
NO_3^- (mg/l)	3.05	5.02	2.15	7.35	2.3	2.8
PO_4^{3-} (mg/l)	1.4	2.2	1.03	2.02	1.98	2.2

V.2.Interprétation des analyses physico-chimique de la STEP :

Les résultats concernant les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés au niveau de la STEP de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF pendant 03 mois (Février, Mars et Avril 2022).

V.2.1.Interprétation de l'évolution de la température :

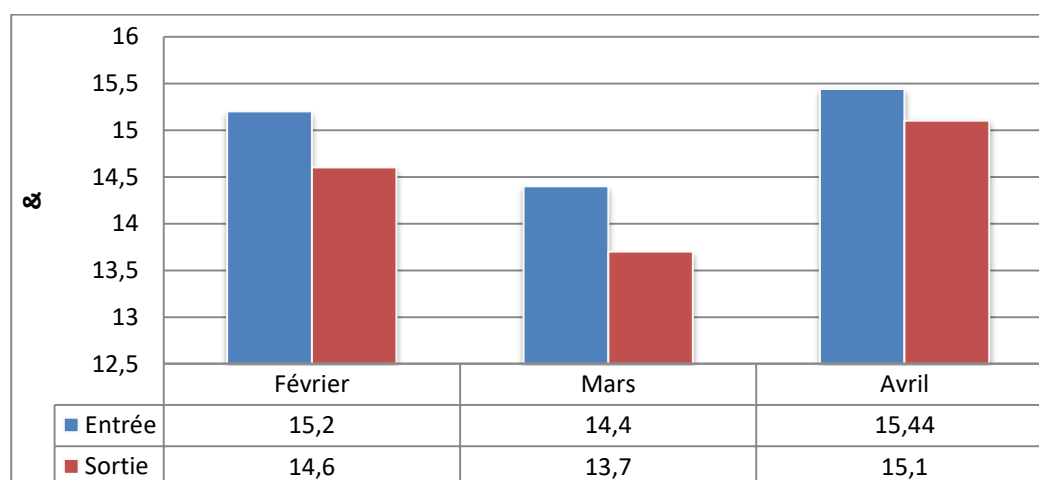


Figure V.1.Evolution de la température entre l'entrée et la sortie des eaux.

CHAPITRE V DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La température agit comme un facteur physiologique sur le métabolisme et la croissance des organismes vivant dans l'eau, de ce fait, elle est liée à la vitesse de dégradation de la matière organique. On remarque une faible variation entre l'entrée de la STEP avec 15.2-15.44°C et la sortie avec 15.1-14.6°C durant les trois mois d'analyses. Une température élevée réduit la solubilité des gaz dissous, en particulier l'oxygène. Selon le décret Algérien de l'irrigation, la température ne doit pas dépassée 30 °C. Les eaux épurées de ZRIZER Wilaya d'EL-TARF sont conformes au décret avec une moyenne de 16,7°C.

V.2.2. Interprétation de l'évolution du pH :

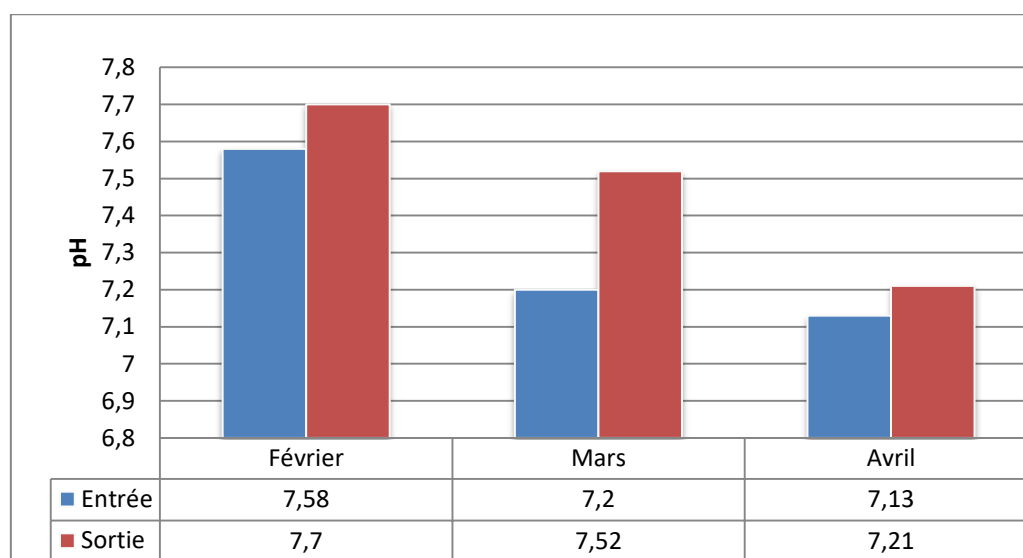


Figure V.2. Evolution du pH de l'entrée et de la sortie des eaux.

Le pH relevé au cours de la période d'étude (Février à Avril 2022) varie entre 7,13 et 7,58 pour l'entrée et entre 7,21 et 7,70 pour la sortie de la STEP. D'une façon générale, le pH des eaux épurées étudiée est peu variant et relativement stable au voisinage de la neutralité. Il se situe dans l'intervalle des normes de rejets dans les milieux naturels qui est de 6,5-8,5.

V.2.3. Interprétation de l'évolution de la conductivité :

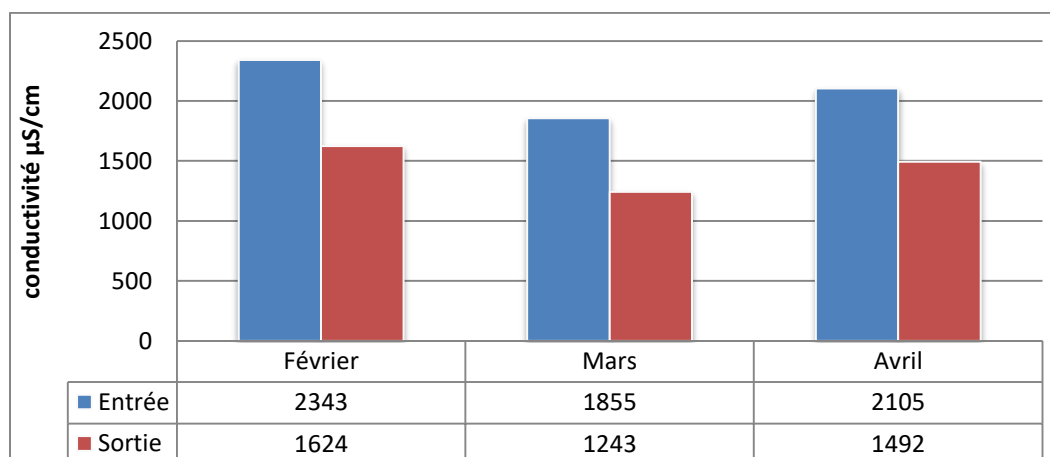


Figure V.3. Evaluation de la conductivité des eaux entre l'entrée et la sortie des eaux

Les valeurs obtenues de la conductivité à l'entrée de la STEP sont élevées 1855 et 2343 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Après traitement les concentrations à la sortie de la STEP sont comprises entre 1243 et 1624 $\mu\text{S}/\text{cm}$. On remarque une diminution marquante de la conductivité, donc les eaux épurées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels 2700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

V.2.1.4. Interprétation de l'évolution des MES :

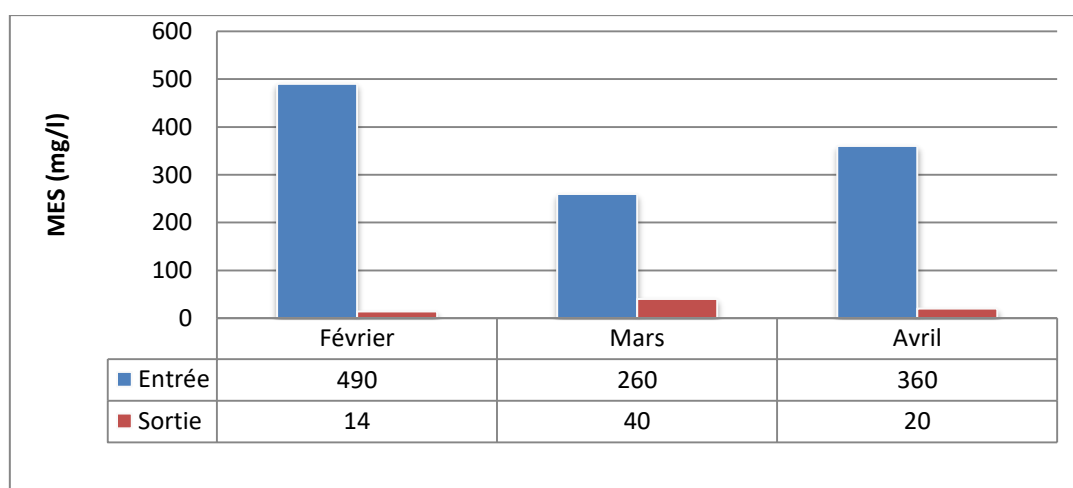


Figure V.4. Evolution des MES des eaux entre l'entrée et la sortie de la STEP.

Les valeurs des MES sont comprises entre 260-490 mg/l pour les eaux usées et entre 14-40 mg/l pour les eaux épurées. Les valeurs des eaux épurées sont inférieures aux normes de rejets dans les milieux naturels pour les eaux épures qui est de 30 mg/l.

V.2.1.5. Interprétation de l'évolution de la DCO :

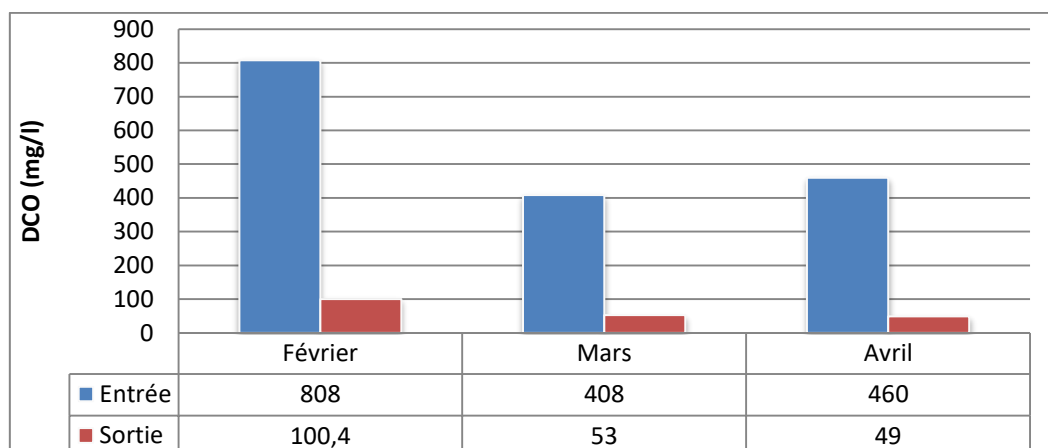


Figure V.5. Evaluation de la DCO entre l'entrée et la sortie des eaux.

Les résultats obtenus après analyses donnant une variation remarquable entre l'entrée avec 408-808 mg/l et la sortie avec 49-100.4mg/l expliquant le bon traitement biologique au niveau des bassins d'aérations. La concentration moyenne de la DCO à la sortie est inférieure à la valeur admissible par les normes de rejets dans les milieux naturels qui est de 90mg/l.

V.2.1.6. Interprétation l'évolution de la DBO_5

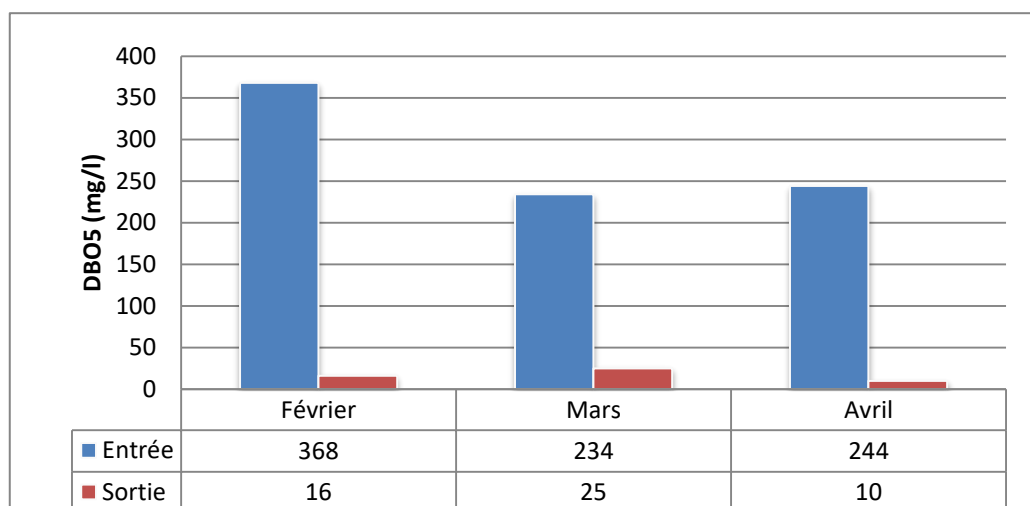


Figure V.6. Evolution de la DBO_5 entre l'entrée et la sortie des eaux.

Le procédé de traitement biologique par les boues activées doit générer selon les normes de rejets dans les milieux naturels en vigueur une eau traitée dont la valeur de la DBO_5 est inférieure à 30 mg/l.

CHAPITRE V DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les valeurs obtenues de la DBO_5 à l'entrée de la STEP sont élevées 234-368 mg/l. Après traitement les concentrations à la sortie de la STEP sont comprises entre 10-25 mg/l. On remarque une diminution marquante de la DBO_5 due au bon traitement biologique au niveau du bassin d'aération, donc les eaux épurées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.

V.2.1.7. Interprétation de l'évolution de Nitrites :

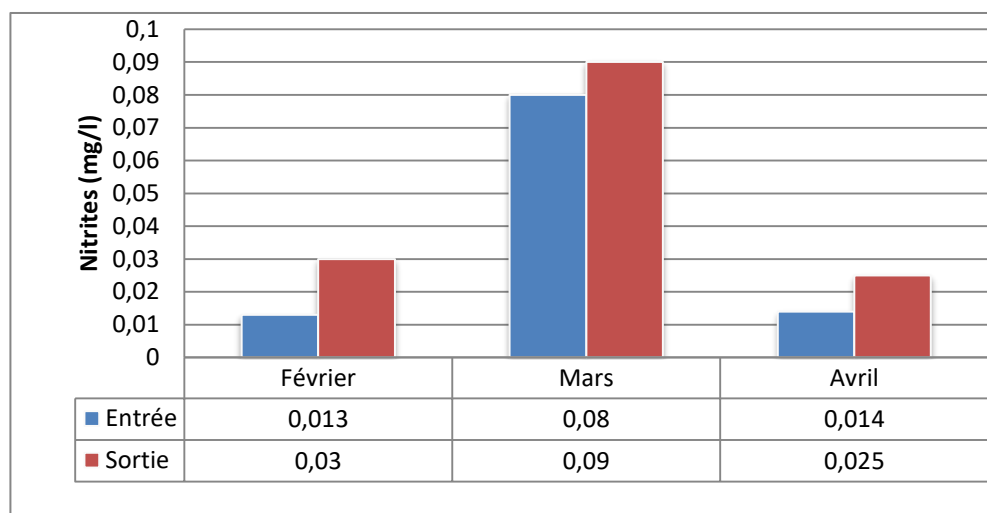


Figure V.7. Evolution de Nitrites entre l'entrée et la sortie des eaux.

D'après les résultats obtenus, on remarque que la teneur en nitrites des eaux, à savoir brutes et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre 0.014 mg/l et 0.08 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0.025 mg/l à 0.09 mg/l. Ces valeurs conformes les normes de rejets dans les milieux naturels (0.1mg/l) et elles sont fiables pour les eaux destinées à l'irrigation selon l'OMS (<1mg/l), ce qui signifie l'efficacité du traitement biologique dans les bassins.

V.2.1.8. Interprétation de l'évolution de Nitrates :

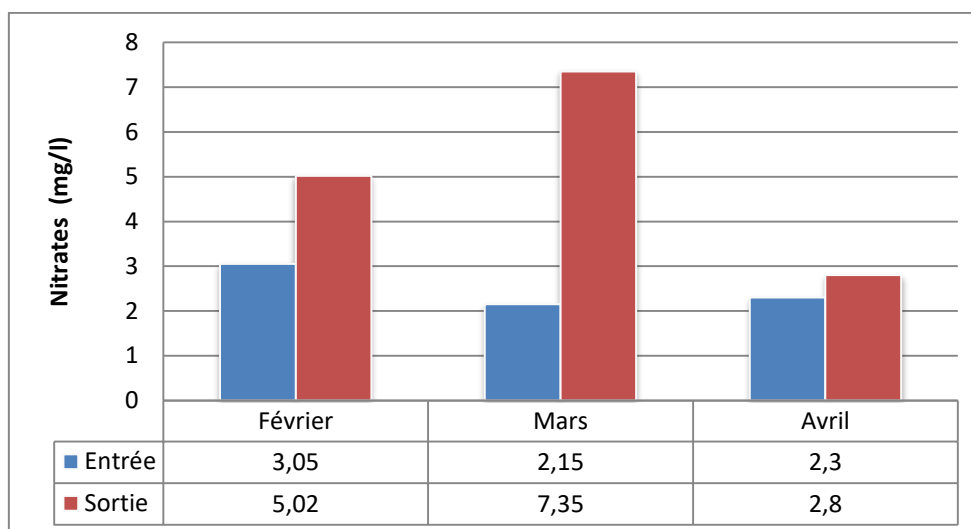


Figure V.8. Evolution de Nitrates entre l'entrée et la sortie des eaux.

Les teneurs obtenues après analyses des eaux épurées des Nitrates (NO_3^-) varient entre 3.05-2.30mg/l et sortie est toujours plus élevé que l'entrée. Ceci peut être expliqué par une réaction de nitrification, au niveau des bassins d'aérations, due à une bonne oxygénation de l'azote organique présent dans l'effluent entrant dans la STEP. En effet, les valeurs acquises des Nitrates (NO_3^-) sont conformes à les normes de rejets dans les milieux naturels par les eaux épurées qui est de 30 mg/l.

V.2.1.9. Interprétation de l'évolution de phosphore :

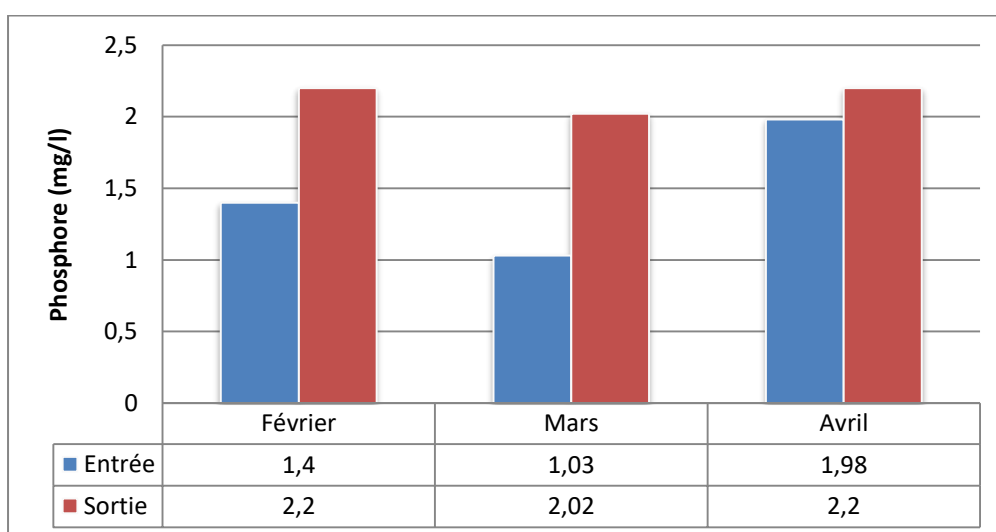


Figure V.9. Evolution de phosphore entre l'entrée et la sortie des eaux.

CHAPITRE V DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les teneurs obtenues après analyses des eaux épurées des phosphores (PO_4^{-3}) varient entre 1.98-1.40mg/l et sortie est toujours plus élevé que l'entrée. Ceci peut être expliqué par une réaction de phosphorification, au niveau des bassins d'aérations, due à une bonne oxygénation de l'azote organique présent dans l'effluent entrant dans la STEP. En effet, les valeurs acquises des phosphores (PO_4^{-3}) sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels par les eaux épurées qui est de 2 mg/l.

CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Au terme de cette étude et au cours de laquelle on a procédé à une évaluation de l'efficacité du traitement par boues activées des eaux usées au niveau de la station d'épuration ZRIZER Wilaya d'EL-TARF et après le traitement des eaux usées, la température et le pH ne varient pratiquement pas ; mais par contre on note une diminution de la conductivité électrique. Les paramètres relatifs à la pollution organique (MES, DBO_5 , DCO) diminuent de façon flagrante entre les eaux usées brutes où on enregistre les valeurs les plus élevées et les eaux usées traitées où on enregistre les valeurs les plus faibles.

Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement. Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Bonne élimination de la DCO, DBO_5 et des MES
- Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.

A la fin et après le processus de traitement au niveau de la STEP, l'eau traitée sera destinée et rejetée dans Oued Bou Namoussa Wilaya d'EL-TARF. Alors les boues sèches sur lits de séchage sont utilisées dans d'autres domaines.

Recommandation :

Il est nécessaire, pour évaluer davantage la qualité d'eau épuré :

- Compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques
- Faire une analyse physico-chimique des boues rejets et trouver l'intérêt de les utiliser comme engrais.
- Agrandir la STEP en la dotant d'un plus grand nombre de bassins d'aération afin de pallier l'impuissance du dispositif vis-à-vis de la grande charge polluante entrant quotidiennement dans la station. Suivre l'évolution des paramètres de l'eau rejetée par la station tout le long de son parcours au sein de oued bounamoussa afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et la santé humaine et animale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] **Jean-Pierre Bechac**, Pierre Boutin « Traitement des eaux usées » Paris, Eyrolles, 1984
- [2] **Degrement**, Mémento technique de l'eau, 9 éditions Lavoisier, Paris, 1989, pp1459.
- [3] **G.Shwedt**, Atlas de poche des méthodes d'analyses, 1993.
- [4] **Rodier**, L'analyse de l'eau, 1980.
- [5] **Storm Dunlop**. Dictionary of Weather. Oxford University Press. Reference Online, 2008.
- [6] **Laborde, J. P**, Eléments d'hydrologie de surface. Support de cours, Université de Nice Sophia-Antipolis, 2000. p 191.
- [7] **Musy, A, Picouet. C, et Hingray.B**. Hydrologie : Une science pour l'ingénieur. PPUR presses polytechniques, 2006.
- [8] **Bennis. S**, Hydrologie et hydraulique, 2eme édition.2009. pp 243.
- [9] **Peter Gleick** . Water Use. Annu. Rev. Environ. Resour. 2003, pp281
- [10] **Salghi R**, Différentes filières de traitement des eaux, ed univ IZ Rabat, 2001, p.22
- [11] **Metahri Mohammed Saïd**, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, cas de STEP EST de ville de TIZI_OUZOU, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de TIZI_ OUZOU, 2012, pp17, 22, 172.
- [12] **Edline F**, L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 1979, pp306.
- [13] **Vaillant J.R**, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Edition Eyrolles, Paris, 1974, pp413.
- [14] **Allen J., Choate J., Mckim M**, Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention des citoyens. Des étudiants et des communautés du canada atlantique, 1994, pp103.
- [15] **Rodier J**, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, 2005, pp 1008-1043.
- [16] **Rejesk, F**, « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine, 2005.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [17] **Faby Ja, Brissaud F**, L'utilisation des eaux usées épurée en irrigation, Office International de L'Eau, 1997, pp 76.
- [18] **Gaid Abdelkader**, Epuration biologique de l'eau urbaine, tome-1 OPU, Alger, 1984, pp261.
- [19] **Berland, J. M, Boutin, C, Molle, P. and Cooper, P**, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées. Office des publications des communautés européennes, Luxembourg, 2001,
- [20] **Brigitte Donnier**, La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire. C. E. R. B. O. M. Nice. France.
- [21] **Rakrek Zakaria**, La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen, 2013.
- [22] **Martin G**, Le problème de l'azote dans les eaux, Ed technique et documentation, Paris, 1979, pp 279.
- [23] **Marc satin, Bechir Selmi, Bourrier Regis**, Guide technique de l'assainissement, 2ème édition, Paris 1999.
- [24] **Banouh Miyassa, Djenane Sadjia**, Caractérisation des sous-produits de l'épuration pour une éventuelle valorisation, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJE-BOUIRA, 2017, pp 17.
- [25] **Badai-Gondard. F**, L'assainissement des eaux usées, édition Technicité, France, 2003, pp227.
- [26] **Legube B**, « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir –Bretagne, 1996.
- [27] **Satin, M, Bourrier, R, Selmi, B**, Guide technique de l'assainissement, 4ème édition, édition le moniteur référence technique, 2010, pp775.
- [28] **Degrement**, Mémento technique de l'eau, 8 ème édition, tome 1&2, 1989, pp1459.
- [29] **Laetitia CITEAU**, Etude des colloides naturels présents dans les eaux gravitaires des sols contaminés. Unité de science du sol. Versailles et INA-PG. 2004.
- [30] **Bongiovanni, J, J.M.**, Traitement des boues résiduaires par l'association en série d'une déshydratation mécanique et d'un séchage thermique, Thèse de doctorat, Université de Pau et des pays de l'Adour (1998).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [31] **Baumont S, Camard J.P, Lefranc A. & Franco A**, Réutilisation des eaux épurées : risques sanitaire et faisabilité en Ile - de France, Paris, 2002, pp12-13,27-29.
- [32] **Rodart et al**, « Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable ». Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées. Montpellier, 1989.
- [33] **Gregorio, C, Pierre, M-B, Crini, N-M, Torri, G**, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées, édition presses universitaires de Franche-Comté,2007.
- [34] **Molleta, R**, Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, 2^{ème} édition, Paris.2006
- [35] **Edline F**, L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC, 1996.
- [36] **Servais**, Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes, Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de L'Environnement (2006).
- [37] **Assobhe Ali**, Traitement des eaux usées domestique par bio dénitrification : effet du nitrate, mémoire master, Université Chouaib DOUKKALI, 2013.