



Mémoire de Master

Présenté par :

- Mlle Mehaba Manel
- Mlle Smail Baya

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie

Spécialité : Chimie analytique

Thème :

Evaluation des performances de la STEP Sidi Ali
Lebhar (Bejaia)

Soutenu le : 22/09/2021

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
Dr SAOU Abdelhamid	Hydraulique	Président
Mme BOUNAB-OUYAHIA Nadia	Hydraulique	Examinatrice
Pr BOUKERROUI Abdelhamid	Chimie	Encadrant

2020-2021

Remerciements

Dieu merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation et l'élaboration de ce mémoire et qui nous ont permis d'achever ce modeste travail.

Le présent travail est non seulement le résultat de notre courage, sacrifice, patience et endurance mais aussi une participation de plusieurs personnes qui nous sont chères.

*Nous tenons d'abord à remercier infiniment notre promoteur, Monsieur le Professeur « **Boukerroui Abdelhamid** » pour son encadrement et ses constantes orientations de notre recherche en y accordant une méticuleuse attention, ainsi que pour ses judicieux conseils, concernant l'aspect rédactionnel, qui ont contribué à alimenter notre réflexion, sa disponibilité et son extrême amabilité malgré sa grande charge de travail.*

*On tient à remercier aussi le président de jury monsieur « **Saou Abdelhamid** » pour son soutien et sa bienveillance et tous ses conseils qui nous ont encore aidés, ainsi que Mme « **bounab Nadia** » pour avoir accepté de traiter et d'examiner notre travail.*

*On tient également à exprimer notre gratitude à Madame « **Adouane** », technicienne du laboratoire de la STEP de Sidi Ali Lebhar pour nous avoir familiarisées avec les techniques d'analyses des eaux et d'avoir été toujours à nos côtés pour répondre à toutes nos questions. Au directeur de la station d'épuration ONA de la ville de Bejaia, pour nous avoir accordée l'accès à la station d'épuration, ainsi que toute l'équipe de la station.*

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignant(e)s du département de chimie qui nous ont formés et qui, par leurs compétences, nous ont aidé(e)s dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont permis que ce travail voie le jour de près ou de loin. Qu'elles soient rassurées de notre profonde reconnaissance.

Dédicaces

*Maman ... 05 lettres qui indiquent le sens de la vie et qui a le paradis entre ses pieds. Ma raison d'être et la lumière de ma vie. La source de tendresse et celle qui m'a appris à affronter cette vie. A la mémoire de ma défunte mère « **MEZIANE Fatiha** » que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*Ma source de courage ... la source de ma force quand je regarde son visage. Il est les battements de mon cœur il est mon premier amour. C'est l'homme de ma vie et pour qui je ferais tout pour voir sa fierté. A mon chère père « **SMAIL Md Saddek** » que Dieu te garde pour nous.*

*A mon chère frère « **ADEL** » que j'aime plus que tout au monde, à mes chères sœurs : Alima, Malia, Souhila, Siham, Lydia, Naouel, Mira et Yousra ainsi que leurs maris et leurs enfants, à ma belle-mère et à toute ma famille que Dieu vous protège.*

*A celui qui fait tout pour voir mon sourire, celui qui m'a soutenu et encouragé dans mes études et qui était toujours à mes côtés dans le meilleur et dans le pire ; A « **TAHER** » je te remercie.*

*A ma binôme « **Mehaba Manel** » ainsi qu'à toute sa famille.*

*A mes chers ami(e)s surtout « **LYDIA** » qui était toujours avec moi malgré la distance qui nous sépare.*

Je dédie aussi ce travail à mes professeurs et mes camarades de M2 chimie Analytique promo 2021.

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin

BAYA

Dédicaces

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire :

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, qui je ferais tout pour voir sa fierté, pour toi chère père « **Zahir Mehaba** ». Je vous jure qu'aucun mot ne saurait exprimer ma gratitude et ma reconnaissance, pour ton dévouement et tes sacrifices, Merci d'être toujours présent pour faire mon bonheur.*

*A la lumière de ma vie, la source de mon courage, c'est grâce à tes efforts et votre soutien que j'ai pu tracer mon chemin, réaliser et surmonter toutes les épreuves difficile que j'ai rencontré dans ma vie. Je vous jure qu'aucun mot ne saurait exprimer tout ma gratitude, pour toi chère maman « **Zina Ouali** ».*

*A mes très chers(e) frères et sœurs « **Yanis** », « **Syphax** », « **Ines** » et « **Wissam** », merci d'être à mes côtés, pour votre présence, pour donner du goût et de sens à ma vie, aucun mot ne saurait exprimer mes sentiments.*

*A l'épaule solide, mon soutien moral, source de joie et de bonheur, à toi « **Boukhalfa Amrane** », et toute sa famille.*

A mes chères tantes : Rachida, Mounia ..., mes oncles, mes cousins et mes cousines, pour leurs aides, encouragements durant mes études.

*A ma binôme « **Smail Baya** » pour être à mes côtés et à toute sa famille.*

*A mes amis(e) au nom de l'amitié qui nous réunis, et au nom de souvenirs inoubliables, à tous ceux qui sont chers surtout « **Fatima** », à tous ceux qui m'ont aidé de près(e) ou de loin.*

A tous mes professeurs ainsi que tous les étudiants de la promotion M₂ Chimie analytique -2021-.

MANEL

Liste des abréviations

DBO ₅ :	Demande biochimique en oxygène pendant cinq jours.
BCPL :	Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.
DSP :	Direction de la Santé et de la Population.
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé.
ONA :	Office national d'assainissement.
MMS :	Matière minérales en suspension.
MVS :	Matière volatile en suspension.
μS/cm :	Micro Siemens par centimètre.
DCO :	Demande chimique en oxygène.
ASR :	Anaérobie sulfito-réducteur.
IPA :	Institut Pasteur d'Algérie.
MES :	Matière en suspension.
GNAB :	Gélose nutritive biliée.
EPA :	L'eau peptonée alcaline.
SFB :	Bouillon sélénite cystine.
NPP :	Nombre le plus probable.
CE :	Conductivité électrique.
V-Cholérique :	Vibrions-Cholérique.
NA :	Normes Algériennes.
D/C :	Double concentration.
S/C :	Simple concentration.
SF :	streptocoque fécaux.
STEP:	Station d'épuration.
E-coli :	Escherichia-coli.
PT :	Phosphore Total.
OD :	Oxygène dissous.

EM : Eaux ménagères.

VF : Viande de foie.

EV : Eaux de vanne.

E : Entrée.

S : Sortie.

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Les eaux usées

Introduction 3

I.1. Définition des eaux usées 3

I.2. Natures et origines des eaux usées 3

I.2.1. Les eaux usées domestiques 3

I.2.1.1. Les eaux ménagères(EM) 3

I.2.1.2. Les eaux de vanne(EV) 4

I.2.2. Eaux pluviales 4

I.2.3. Les eaux usées urbaines 4

I.2.4. Les eaux usées industrielles 4

I.2.5. Les eaux usées agricoles 4

I.3. Les modes de traitements des eaux usées 4

I.4. L'épuration des eaux usées en Algérie 5

I.5. Epuration des eaux usées 5

I.5.1. Station d'épuration des eaux usées 6

I.5.2. Station de relevage 6

I.6. La station d'épuration des eaux usées Sidi Ali Lebhar 6

I.7. Les constituants de la STEP 7

I.8. Processus d'épuration des eaux usées 7

I.8.1. Arrivée des eaux usées dans la station 7

I.8.2. Le prétraitement 8

I.8.2.1. Le dégrillage 8

I.8.2.1.1. Le dégrillage grossier 8

I.8.2.1.2. Le dégrillage fin	9
I.8.2.2. dessablage-déshuilage	9
I.8.3. Le traitement primaire	10
I.8.4. Le traitement secondaire	11
I.8.5. Le traitement tertiaire	12
I.9. Procédé d'épuration des eaux usées à boues activées	12
I.9.1. Définition des boues.....	12
I.9.2. Définition des boues activées	12
I.9.3. Principe du fonctionnement des procédé à boues activées	13
I.9.3.1. Le bassin biologique	13
I.9.3.2. Le clarificateur	13
I.9.3.3. Le recyclage des boues.....	14
I.9.3.4. Traitement des boues	14
I.9.3.4.1. L'extraction des boues	14
I.9.3.4.2. Epaissement	14
I.9.3.4.3. La déshydratation	15
I.9.3.4.4. La polymérisation	15
I.9.3.4.5. Presse à bande	15
I.9.3.4.6. Air de stockage	15
I.10. Les avantages et les inconvénients de procédé à boues activées	16
I.10.1. Les avantages	16
I.10.2. Les inconvénients	16
Conclusion	17

Chapitre II : Matériels-Méthodes

Introduction	18
II.1. matériels et appareillages utilisées.....	18
II.2. Réactifs utilisés.....	19
II.3. Prélèvement et suivi des paramètres	19
II.3.1.Echantillonnage.....	19

II.3.2.Méthode de prélèvement	19
II.3.3.transport des échantillons	19
II.4.Modes opératoire de mesure des paramètres physico-chimique.....	20
II.4.1.Mesure de la température(T°)	20
II.4.2.Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)	20
II.4.3.Mesure de la conductivité(CE)	20
II.4.4.Mesure de l'oxygène dissous(OD).....	21
II.4.5.Matières en suspension(MES).....	22
II.4.6.Demande biochimique en oxygène(DBO ₅)	23
II.4.7.Demande chimique en oxygène(DCO)	24
II.4.8.Mesure de l'indice de boues (test de décantation de boues) V ₃₀	25
II.4.9.Analyse des nitrates (NO ₃ ⁻)	27
II.5.Analyse microbiologique des eaux usées.....	28
II.5.1.Recherche des vibrions cholériques.....	28
II.5.2.Recherche des salmonelles	29
II.5.3.Recherche des streptocoques fécaux	30
II.5.4.Recherche des clostridium sulfito-réducteur	31
II.5.5.Recherche des coliformes totaux.....	32
Conclusion	34

Chapitre III : Résultats et discussion

Introduction	35
III.1.Intérpretation des résultats des paramètres physico-chimiques et biologiques	35
III.1.1.La température (T)	35
III.1.2.Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	35
III.1.3.La conductivité électrique(CE)	36
III.1.4.L'oxygène dissous(OD)	36
III.1.5.Matière en suspension.....	37
III.1.6.Demande biochimique en oxygène(DBO ₅)	38
III.1.7.Demande chimique en oxygène(DCO)	38
III.1.8.Analyse des nitrates (NO ₃ ⁻)	39
III.2.Intéreprétation des résultats des paramètres microbiologiques	39
III.2.1.Vibrions chloriques et Salmonelles	41
III.2.2.Stréptocoques fécaux.....	41

III.2.3.Clostridium (Anaérobie Sulfito-Réducteur)	41
III.2.4.Coliforme totaux	42
III.2.5. Coliforme thermo-tolérants(E-Coli)	42
Conclusion	43
Conclusion général	44
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Grammes de DBO ₅ et estimation des volumes d'échantillon à utiliser.....	24
Tableau II.2 : Les analyses effectuées.....	28
Tableau III.1 : résultats et observations d'analyses microbiologiques.....	40
Tableau III.2 : dénombrement des bactéries présentant dans l'échantillon d'eau	41
Tableau III.3 : Table de Mac Grady	42

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma des différentes étapes d'épuration des eaux usées.....	6
Figure I.2 : Arrivée des eaux usées dans la station	8
Figure I.3 : Le dégrilleur grossier.....	8
Figure I.4 : Les pompes de relevage et le dégrilleur fin	9
Figure I.5 : Le dessablage-déshuilage	10
Figure I.6 : Schéma des étapes de prétraitement des eaux usées.....	10
Figure I.7 : Le bassin biologique	13
Figure I.8 : Traitement des boues	15
Figure I.9 : Transport de la boue déshydratée.....	16
Figure II.1 : Appareil multi paramètres (pH, température, conductivité)	21
Figure II.2 : L'oxymètre	21
Figure II.3 : La pompe à vide	22
Figure II.4 : Le dessiccateur.....	22
Figure II.5 : Equipe DBO système.....	23
Figure II.6 : Préparation des cuves.....	25
Figure II.7 : La mesure de la DCO.....	25
Figure II.8 : Mesure de l'indice de boues V30.....	26
Figure II.9 : Analyse des nitrates (NO_3^-)	27
Figure II.10 : La recherche des vibrions cholérique	29
Figure II.11 : Recherche des streptocoques fécaux	31
Figure II.12 : Recherche des clostridium sulfito-réducteur.....	32
Figure II.13 : Recherche des coliformes.....	33
Figure III.1 : Variation mensuelles de la T° des eaux brutes(E) et épuré(S)	35
Figure III.2 : Variation mensuelles du pH des eaux brutes(E) et épuré(S).....	35
Figure III.3 : Variation mensuelles de la CE des eaux brutes (E) et épuré (S).....	36
Figure III.4 : Variation mensuelles d'OD des eaux brutes (E) et épuré (S)	36
Figure III.5 : Variation mensuelles des MES des eaux brutes(E) et épuré(S).....	37
Figure III.6 : Variation mensuelles de la DBO_5 des eaux brutes(E) et épuré(S)	38
Figure III.7 : Variation mensuelles de la DCO des eaux brutes(E) et épuré(S).....	38
Figure III.8 : Variation mensuelles de (NO_3^-) des eaux brutes(E) et épuré(S).....	39



***Introduction
générale***

Introduction générale

L'eau, autrement dite « l'or bleu » recouvre 72 % des 509 millions de Km² de la surface du globe. C'est ainsi qu'on surnomme la terre, la planète bleue. La quantité d'eau présente sur la terre est toujours la même depuis plus de 4 milliards d'années (**Site 01**).

L'Algérie pays semi-aride, connaîtra une situation de stress hydrique généralisé dans un contexte de changement climatique qui affectera certainement l'ensemble des secteurs économiques plus particulièrement l'agriculture. En effet la faiblesse des précipitations, représentent le facteur majeur déclencheur de ce phénomène. Depuis de longues années, la sécheresse ne cesse de s'installer, et de façon intense et persistante. L'impact de cette sécheresse sur les ressources en eau s'est déjà fait sentir par l'aggravation du déficit en ressources hydriques de surface, un faible taux de remplissage des retenues d'eau (barrage et lacs) et une baisse des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères. La croissance démographique ajoutée à l'essor économique engendre plus de consommation d'eau. Ce qui au fil du temps va asphyxier le développement du pays par le manque de la ressource en eau.

Outre l'insuffisance des disponibilités en eau, le pays est confronté à la lancinante contrainte de la qualité. Selon les estimations de l'office national de l'assainissement (ONA) environ 600 millions de M³ d'eaux usées non traitées (polluées) sont évacuées annuellement dans les cours d'eau affectant les sols et les ressources hydriques par leur apport en polluant. dont 90 millions de mètres cubes des eaux usées environ se déversent annuellement sur les côtes de littoral (**Site 02**). En effet, ces rejets issus des utilisations domestiques et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solides ou dissoutes, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogéniques, menaçant la qualité de l'environnement dans son ensemble.

Ce facteur doit être considéré, comme étant une préoccupation majeure pour l'avenir de notre pays. Par ailleurs, la mobilisation de cette énorme quantité d'eau, à des fins utiles va surement régler une partie du problème de besoins en eau à l'exemple de sa réutilisation dans l'irrigation. La solution incontestable est que les eaux usées devraient être dirigées en totalité vers des stations d'épuration, pour produire une eau usée épurée susceptible d'une réutilisation éventuellement.

Qui peut être resservie dans des secteurs agricole et autres secteurs ou simplement rejetées dans la nature sans effet nocif sur l'environnement et la santé humaine.

Depuis une décennie, l'Algérie est en phase d'adopter un programme de construction et de mise en service de plusieurs stations d'épuration (STEP) sur l'ensemble du territoire, qui englobe aussi les analyses et les contrôles périodiques des eaux rejetées. La station d'épuration reste un outil fondamental pour le traitement des eaux usées, grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques.

Introduction générale

Dans notre étude, on a choisi pour l'exemple l'évaluation des performances et le bilan de fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées (STEP) de Sidi Ali Lebhar- Bejaia durant les mois de janvier à mai 2021.

Pour réaliser ce modeste travail sur cette STEP, on a fixé comme objectifs principales l'évaluation de la qualité chimique et microbiologique des eaux épurées par la STEP et la comparaison des résultats aux normes OMS et algériennes. Après ce diagnostic sur les analyses, on essaiera de conclure sur l'utilisation éventuelle des eaux épurées en agriculture.

Notre travail est structuré en trois chapitres qui seront décrits comme suit :

- ✚ Chapitre I : Les eaux usées.
- ✚ Chapitre II : Matériels et méthodes.
- ✚ Chapitre III : Résultats et discussion.



Chapitre I :
Les eaux usées

Introduction

Suite à la croissance et à l'expansion des secteurs industriels, l'assimilation des matières en suspension, flottantes et dissoutes, contenues dans les eaux rejetées par des processus naturels d'épuration est insuffisante pour éviter l'accroissement de la pollution. Pour cela, des stations d'épuration des eaux usées sont utilisées selon des procédés physico-chimiques ou biologiques pour épurer ces eaux.

De ce fait, on va citer les procédés utilisés pour l'épuration, et puis détailler bien précisément le processus de traitement biologique à boues activées.

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées appelées eaux résiduelles, eaux d'égout et aussi effluents liquides sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (**Metahri M.S, 2012**).

I.2. Natures et origines des eaux usées

Les eaux usées sont classées d'après leur nature et origine comme ci-dessous.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Ce sont essentiellement, les eaux de cuisine contenant des éléments minéraux, des débris végétaux et animaux, des graisses et des détergents, les eaux de salle de bain de buanderie riches en savons et des détergents en quantité substantielle et enfin les eaux de vanne composées en matière hydrocarbonées, azote, phosphate et qui sont également la source de microorganismes (**Doré M,1989**).

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau et évaluée à

- + De 70 à 90 grammes de MES
- + De 60 à 70 grammes de matières organiques
- + De 15 à 17 grammes de matières azotées
- + 4 grammes de phosphore
- + Plusieurs milliards de germes pour 100ml (**source ONA**).

I.2.1.1. Les eaux ménagères (EM)

- + **Eaux de cuisine** : contiennent des matières minérales en suspension provenant des lavages de légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides protides), et des produits détergents (**Chocat Bernal, 1997**).

Chapitre I : Les eaux usées

- ✚ **Eaux de salle de bain** : eaux chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle. Ce sont généralement des matières grasses hydrocarbonées (**Chocat Bernal, 1997**).

I.2.1.2. Les eaux de vanne (EV)

Ces eaux provenant des cuvettes des toilettes, qui sont très riches en matières hydrocarbonées, en azote, et en phosphore, représentent un substrat adapté aux procédés de traitement biologiques, mais elles peuvent contenir des éléments pathogènes (bactéries, virus et parasites divers) (**Ladjel F et Bouchefer S.A, 2006**).

I.2.2. Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés les polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, 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 (**Metahri M.S, 2012**).

I.2.3. Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours...etc.)(**Desjardins R, 1997**).

I.2.4. Les eaux usées industrielles

Les eaux industrielles sont celles en provenance des diverses usines de fabrication ou de transformation. Ces eaux sont extrêmement variées selon le genre d'industrie dont elles proviennent. Elles contiennent les substances les plus diverses, pouvant être acides ou alcalines, à température élevée, souvent odorantes et colorées (**Guerrée H et Gomella C, 1982**).

I.2.5. Les eaux usées agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origines agricoles ou animales. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisiers de bétail) (**Ladjel F et Bouchefer S.A, 2006**).

I.3. Les modes de traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées peut se faire selon plusieurs modes, parmi lesquels on peut citer :

- ✚ **Le lagunage** : c'est une technique d'épuration par microphyte (plantes de petites tailles, algues etc.). Les eaux usées sont envoyées dans des bassins successifs appelés

Chapitre I : Les eaux usées

lagunes dans lesquels elles sont traitées par des bactéries générées par des algues, phytoplanctons et plantes aquatiques.

- ✚ **Le traitement physico-chimique** : c'est un traitement primaire qui s'effectue par voie physico-chimique dont l'objectif d'agglomérer les fines particules ainsi que certains polluants solubles, ayant des difficultés à décanter naturellement ou qui ne décante pas avant leur passage sur un décanteur.
- ✚ **Le traitement à boues activées** : c'est une technique d'épuration biologique qui fait partie des traitements secondaires. Son principe consiste à faire dégrader la matière organique principalement par des bactéries qui seront-elles-mêmes dévorées par des micro-organismes.

I.4. L'épuration des eaux usées en Algérie

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau, et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 % , seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées.

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelques 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants (**Hartani T, 2004**). L'épuration des eaux usées a connu un essor considérable en Algérie, et plus particulièrement à Oran qui a vu l'installation de la plus grande station d'épuration des eaux usées du pays STEP El Karma en 2009, suivi de la mise en service de la STEP Cap Falcon à Ain El Turck. En janvier 2020, le nombre de STEP en exploitation par l'office national d'assainissement en Algérie est de 154 stations d'épurations dont 76 de type boues activées, 75 stations par lagunage naturel et 03 filtres plantés (**source ONA**).

I.5. Epuration des eaux usées

Le terme « épuration des eaux usées » a pour définition un ensemble de techniques qui consistent à diminuer - par des procédés biologiques ou physico-chimiques - suffisamment la quantité de substances polluantes contenues dans les eaux usées pour que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne dégrade pas ce dernier.

Chapitre I : Les eaux usées

I.5.1. Station d'épuration des eaux usées

C'est une installation permettant la dépollution des eaux usées urbaines domestiques par divers procédés biologiques, physico-chimiques, etc. Elle est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des effluents (eaux usées domestiques et urbaines et, par extension, les eaux usées industrielles ou agricoles) et juste en amont de la sortie des eaux qui seront épurées.

Les premiers traitements sont présents dans toutes les stations, ils consistent en un dégrillage, un dessablage, un dégraissage et un déshuilage. On utilise aussi différents systèmes faisant intervenir des micro-organismes (pour les matières biodégradables) et/ou des composés chimiques afin d'enlever les matières restantes lors des premiers traitements.

I.5.2. Station de relevage

Les stations de relevage ou stations de relèvement des eaux usées sont des systèmes de pompage qui fonctionnent automatiquement et sont utilisés pour relever le niveau des eaux qui s'accumulent sous le niveau dit de reflux ou niveau de refoulement. Les eaux qui s'écoulent sous ce niveau ne peuvent pas s'écouler gravitairement vers l'exutoire.

Le schéma ci-dessous résume pour le système le plus couramment utilisé, les différentes étapes du traitement des eaux.



Figure I.1 : Schéma des différentes étapes d'épuration des eaux usées.

I.6. La station d'épuration des eaux usées (STEP) de Sidi Ali Lebhar

La STEP de Sid Ali Lebhar a été mise en service en janvier 2013. Elle est destinée au traitement des eaux usées domestiques d'ABOUDAW et de l'agglomération de Sid Ali Lebhar,

soit pour une population de 25000 équivalents habitants (Eq/Hab). Le débit qui arrive à la STEP atteint près de 3000 m³/jour.

I.7. Les constituants de la STEP

- ✚ Local des pompages des boues de circulation et en excès
- ✚ Canal de mesure et réservoir des eaux traitées
- ✚ Laboratoire d'analyses physico-chimiques
- ✚ Poste de transformation
- ✚ Dessableur-déshuileur
- ✚ Décanteur secondaire
- ✚ Répartiteur de débits
- ✚ Station de relevage
- ✚ Local d'exploitation
- ✚ Décharge de boues
- ✚ Local supprimeur
- ✚ Bassin biologique
- ✚ Concentrateur
- ✚ Local armoire
- ✚ Classificateur
- ✚ Epaisseur
- ✚ Dégrilleur

I.8. Processus d'épuration des eaux usées

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, quatre niveaux de traitements sont définis.

I.8.1. Arrivée des eaux usées dans la station

Les eaux usées arrivent dans la station d'épuration après qu'elles soient recueillies dans le réseau d'assainissement. Les eaux de pluie peuvent aussi atteindre la station d'épuration soit à travers le même réseau ou par un réseau spécifique.



Figure I.2 : Arrivée des eaux usées dans la station.

I.8.2. Le prétraitement

Le prétraitement est une phase d'épuration grossière, Il s'agit de retirer mécaniquement les éléments les plus accessibles.

I.8.2.1. Le dégrillage

Le dégrillage est un maillon essentiel dans la chaîne de traitement des eaux usées, il permet de protéger l'ensemble des installations de la station, notamment les pompes de relevage situées en aval des systèmes de dégrillage. On distingue deux types :

I.8.2.1.1. Le dégrillage grossier

Il constitue la première étape du traitement mécanique de l'eau. Il sert à piéger les plus gros déchets de diverses formes, contenus dans les eaux usées, par les barreaux, plus ou moins espacés appelés grilles.

Ces éléments sont ensuite éliminés avec les ordures ménagères



Figure I.3 : Le dégrilleur grossier.

I.8.2.1.2. Le dégrillage fin

Les eaux sont relevées à l'aide d'un système de pompage et passent ensuite par trois dégrilleurs fins (dont un manuel et les deux autres automatiques) qui sont contrôlés par des vannes, ces dernières consistent à éliminer les objets fins tels que les papiers, les cheveux, etc. Les eaux traitées de différents déchets passent par un canal vers le dessableur-déshuileur.



Figure I.4 : Les pompes de relevage et le dégrilleur fin.

I.8.2.2. Dessablage-déshuilage

Le dessablage (retrait des graviers, sables et autres éléments lourds) et le déshuilage-dégraissage (retrait des graisses, huiles et toutes autres matières flottantes) consistent à faire passer l'eau dans des bassins ou la réduction de vitesse d'écoulement fait déposer les sables et flotter les graisses. Le dessablage repose sur le principe de décantation, et les sables sont récupérés par pompage puis envoyés vers un classificateur à sable qui sépare le sable de l'eau alors que les graisses et les huiles sont raclées en surface qui sont ensuite envoyées vers le concentrateur. Ce procédé vise à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient ensuite.

Les eaux passent vers un bac de répartition des débits à partir des canaux en inox afin de distribuer cette eau vers le bassin biologique.



Figure I.5 : Le dessablage-déshuilage.

Le schéma ci-dessous regroupe Les étapes de prétraitements des eaux usées.

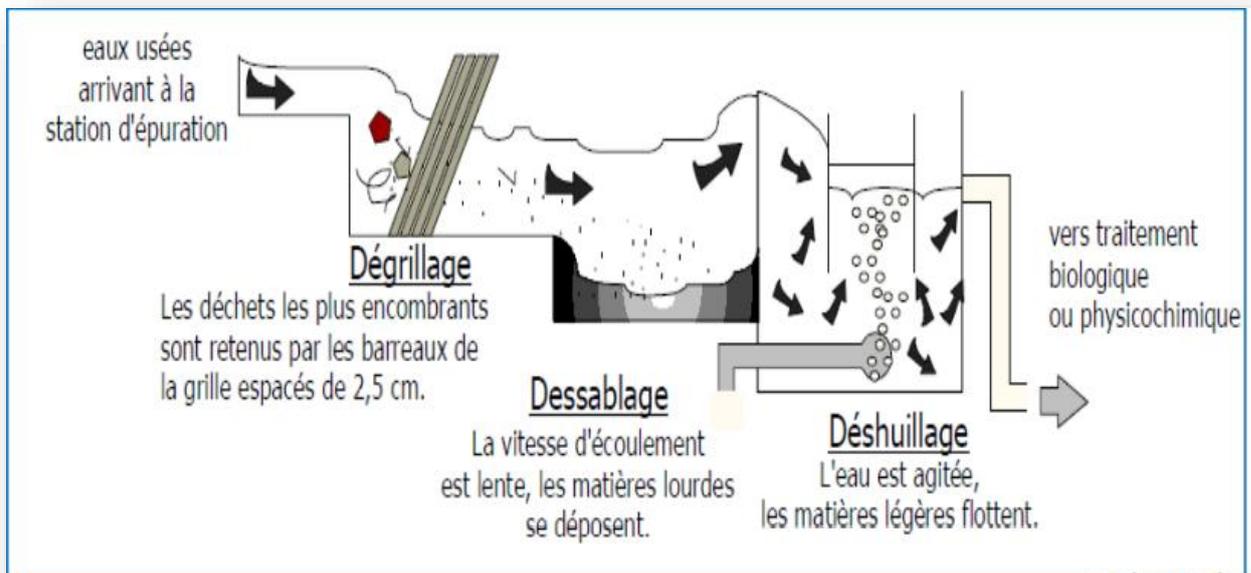


Figure I.6 : schéma des étapes de prétraitement des eaux usées.

I.8.3. Le traitement primaire

Le traitement primaire a pour rôle ; l'élimination des matières en suspension facilement décantables. L'eau passe à travers le bassin décanteur, à faible vitesse. Il s'agit le

Chapitre I : Les eaux usées

plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables. L'utilisation des réactifs chimiques pour éliminer les particules plus fines constitue un traitement physico-chimique (sel de fer ou d'aluminium) qui produit l'agglomération des particules en suspension, provoquant ainsi leur chute au fond de l'ouvrage. C'est le procédé bien connu de coagulation-floculation-décantation.

Les matières en suspension ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90 %) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau.

I.8.4. Le traitement secondaire

Parmi les traitements secondaires utilisés dans la station d'épuration on peut citer le procédé biologique aérobie et anaérobie. Le traitement biologique est basé sur l'utilisation des microorganismes (activité microbienne) en particulier les bactéries qui dégradent naturellement les matières organiques.

Les eaux sont mises en contact avec les micro-organismes qui consomment la pollution organique, la pollution azotée et phosphorée pour leur croissance. Cette étape, appelée traitement biologique, consiste à éliminer le carbone et à nitrifier l'azote en phase aérée, puis à dénitrifier les nitrates lors de phases anoxiques (absence d'oxygène mais présence de nitrates). Une phase anaérobie (absence d'oxygène et de nitrates) peut être mise en place et ainsi permettre la déphosphatation biologique. Les boues formées lors du traitement sont recirculées vers le bassin biologique afin de maintenir une concentration constante en micro-organismes.

La nitrification s'effectue dans des conditions assez spécifiques, elle se déroule en deux étapes, la formation de NO_2^- (la nitritation) puis la formation de NO_3^- (la nitratisation).

Nitritation



Cette réaction se fait par une bactérie spécifique appelée : Nitrosomonas (Bactérie aérobie stricte, elle supporte des faibles températures).

Nitratisation



Les phosphates sont traités par précipitation du chlorure ferrique (FeCl_3) qui peut être injecté dans l'eau au niveau du bassin d'aération. Cet ajout provoque une précipitation des phosphates contenus dans les eaux usées qui se retrouvent alors dans les boues secondaires.

Chapitre I : Les eaux usées

Le traitement secondaire élimine entre 90 et 95% des polluants, soit un abattement de 85 à 90% de la DBO₅ et 90 à 99% des bactéries coliformes selon la réaction suivante :

Eau usée + biomasse + oxygène → **Eau épurée + accroissement de la biomasse + gaz**

I.8.5. Le traitement tertiaire

A l'issue du traitement secondaire, les eaux traitées sont parfois directement rejetées dans le milieu naturel. Autrement, elles subissent un troisième niveau de traitement, visant soit la réutilisation directe à des fins agricoles ou industrielles voire humaines, soit la protection des milieux naturels (Mers, rivières...).

Le traitement tertiaire permet de désinfecter et d'éliminer les substances indésirables tels que, la DCO, le phosphore, et les composés spécifiques (pesticides, métaux, détergents...), les pathogènes et, réduire l'azote ammoniacal ou encore la réduction de l'azote total. Le traitement tertiaire est effectué pour répondre à un objectif de qualité prédéfini ; l'azote et le phosphore doivent être éliminés afin d'éviter tout risque d'eutrophisation des cours d'eau et des lacs provoquant ainsi la prolifération anarchique d'algues qui surconsomment l'oxygène dissous dans l'eau.

Parmi les étapes qu'on peut trouver dans un traitement tertiaire :

- ✚ La dénitrification
- ✚ La déphosphoration
- ✚ La désinfection

I.9. Procédé d'épuration des eaux usées à boues activées

I.9.1. Définition des boues

Les boues sont des matières solides accumulées après leur séparation, par des procédés naturels ou artificiels, des divers types d'eaux qui les contiennent. Les boues d'épuration sont des effluents issues d'une station d'épuration ou de tout système de traitement des eaux usées.

I.9.2. Définition des boues activées

Ce sont des boues qui se développent sous forme de flocons ou flocs au cours de l'aération des eaux usées. Elles sont constituées d'espèces vivantes assurant la dégradation de la pollution (microorganismes) et de matières inertes qui ont la faculté de décanter (**Sadowski A, 2002**).

I.9.3. Principe du fonctionnement de procédé à boues activées

Le procédé dit " à boues activées " utilise l'épuration biologique dans le traitement des eaux usées. C'est un mode d'épuration par cultures libres. Dans une filière de traitement des eaux (i.e. les différentes phases d'épuration pour une station donnée), le procédé à boues activées fait partie des traitements secondaires.

L'épuration par boues activées consiste à mettre en contact les eaux usées avec un mélange riche en bactéries par brassage pour dégrader la matière organique en suspension ou dissoute. Il y a une aération importante pour permettre l'activité des bactéries et la dégradation de ces matières, suivie d'une décantation à partir de laquelle on renvoie les boues riches en bactéries vers le bassin d'aération. La chaîne de traitement est composée d'un bassin biologique, d'un clarificateur et d'une boucle de recyclage des boues (**Caid A, 1984**).

I.9.3.1. Le bassin biologique

La plupart des procédés destinés à l'épuration des eaux usées d'origine urbaine ou industrielle font une phase biologique aérobie. Au cours de cette phase, les microorganismes dégradent la matière organique par oxydation et les matières en suspension (MES) sont retenues par les bioflocs. Les bactéries retirent de cette opération l'énergie nécessaire à leur survie et la synthèse de composés de réserve. L'alternance d'un bassin d'anoxie et d'un bassin d'aération permet de réaliser l'élimination des matières azotées. C'est dans le bassin d'anoxie qu'a lieu la dénitrification. Il reçoit la liqueur mixte qui assure l'apport en nitrates formés dans le bassin d'aérobie, les eaux brutes et les boues recirculées maintiennent la concentration en flore dénitrifiant (**Pandolfi D, 2006**).



Figure I.7 : Le bassin biologique.

I.9.3.2. Le clarificateur

En sortie de réacteur, nous obtenons une liqueur mixte composée de boues flocculées et d'eau épurée prête à être rejetée en milieu naturel. Elles sont séparées au sein du

clarificateur qui a une fonction de séparation de phase et une fonction d'épaississement afin de ramener la boue la plus concentrée possible dans le réacteur biologique. Du fait de l'absence d'oxygène, le temps de passage des boues doit être le plus faible possible pour éviter qu'elles ne se trouvent en phase anaérobie. Ceci aurait pour conséquence l'apparition d'odeurs ainsi qu'une détérioration de la qualité mécanique de la boue perturbant tant le traitement biologique de l'eau que le traitement ultérieur des boues (**Bassompierre C, 2007**).

I.9.3.3. Le recyclage des boues

La croissance de la biomasse au sein du bioréacteur n'est pas suffisante pour compenser la perte engendrée par le débit de sortie de la liqueur mixte. Pour conserver une concentration en biomasse constante dans le réacteur, une partie des boues du clarificateur est recyclée vers le réacteur. Des purges ont également lieu afin d'extraire la quantité de boues en excès dans le procédé. Les taux de recyclage et de purge permettent également de maîtriser l'âge des boues, temps au bout duquel la biomasse est entièrement renouvelée. Ce temps caractérise la forme physiologique de la biomasse dans le réacteur mais aussi la composition de celle-ci. Prenons l'exemple du traitement de la matière azotée : les bactéries autotrophes responsables de la réaction de nitrification ne seront présentes que si l'âge des boues est supérieur à 6 jours (pour une liqueur mixte à 20 °C), leurs temps de duplication étant de 4 jours.

I.9.3.4. Traitement des boues

Les boues à traiter sont constituées de la pollution particulaire provenant du décanteur primaire et des boues biologiques en excès provenant du clarificateur.

Différentes étapes sont alors nécessaires afin de les éliminer ou éventuellement de les valoriser.

I.9.3.4.1. L'extraction des boues

L'extraction des boues se fait depuis le clarificateur est prévu une extraction directe depuis le bassin d'aération.

I.9.3.4.2. Epaississement

L'épaississement est la première étape, souvent incontournable, de la réduction de volume des boues extraites de la filière eau. Il permet en effet d'optimiser les étapes suivantes de conditionnement, de stabilisation et de déshydratation en réduisant les tailles des ouvrages et les coûts d'exploitation. Cette étape a pour effet d'augmenter la proportion en matières sèches dans les boues. Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui favorise la remontée de la phase liquide sans entraîner de matière solide. Les boues peuvent être acheminées vers un procédé de déshydratation permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre à bande.

I.9.3.4.3. La déshydratation

Les boues subissent un traitement par ajout de produit dans une cuve de mélange puis déshydratées.

I.9.3.4.4. La polymérisation

La déshydratation des boues constitue la deuxième étape de réduction de leur volume. Elle s'opère sur les boues épaissies et conditionnées par des polymères, pour améliorer l'efficacité de la déshydratation.

I.9.3.4.5. Presse à bande

On mélange la boue avec un polymère (poly électrolyte), dans un flocculat pour obtenir une pâte sèche (floc bien résistant). Il est réalisé par un procédé mécanique (Presse à bande). D'autre part il faut enlever le volume d'eau dans la boue pour avoir un taux d'humidité de 4% à 6%. Les boues sont ensuite évacuées dans des bennes.



Figure I.8 : traitement des boues.

I.9.3.4.6. Air de stockage

Une fois que la boue est extraite des eaux épurées, elle est stockée au sein de la station, afin de la transporter à la décharge publique.



Figure I.9 : Transport de la boue déshydratée.

I.10. Les avantages et les inconvénients du procédé à boues activées

I.10.1. Les avantages

- ✚ Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification)
- ✚ Utilisée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites)
- ✚ Facilite la mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée
- ✚ Protection de milieux récepteurs sensible.
- ✚ Boues légèrement stabilisées.

I.10.2. Les inconvénients

- ✚ Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.
- ✚ Décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser.
- ✚ Forte production de boues qu'il faut concentrer.
- ✚ Coûts d'investissement assez importants.
- ✚ Consommation énergétique importante.
- ✚ Sensibilité aux surcharges hydrauliques.

Conclusion

Les eaux usées aussi différentes en leurs compositions et diverses en leurs origines, constituent un réel danger pour la nature lors de leur rejet, advenant, sans qu'elles ne subissent aucune sorte de traitement au préalable.

Afin de préserver l'espace naturel et le bien des êtres vivants, un traitement de ces eaux usées doit donc être effectué afin d'éliminer toutes particules polluantes nocives à l'espace vivant.

Le choix du meilleur procédé de traitement des eaux usées est basé sur un meilleur rendement, et parmi ces différents traitements, on estime que le plus répandu est celui déjà étudié qui est le procédé de traitement des eaux usées à boue activée.



Chapitre II :
Matériels et méthodes

Introduction

Notre étude est de vérifier l'efficacité des procédés de traitements utilisés par la station d'épuration des eaux usées de Sid Ali Lebhar. L'étude porte sur les analyses de certains paramètres physico-chimiques et biologiques, indicateurs de pollution. Toutefois, on tentera de déterminer la qualité microbiologique de l'eau traitée par la station d'épuration des eaux usées.

II.1. Matériels et appareillages utilisés

- ✚ Appareil multi paramètres (température, pH et conductivité)
- ✚ Armoire thermostatique de température constante à 20 °C
- ✚ Récipients et pipettes de plusieurs mesures
- ✚ Têtes mesureurs (DBO senseurs)
- ✚ Ampoules de mesures marron
- ✚ Filtres de microfibre de verre
- ✚ Spectrophotomètre DR2800
- ✚ Agitateurs magnétiques
- ✚ Tubes à essais stérilisés
- ✚ Eprouvette de 1000 ml
- ✚ Creuset de céramique
- ✚ Balance analytique
- ✚ Digesteur DRB-200
- ✚ Mufle de calcination
- ✚ Cloches du Durham
- ✚ Aspirateur pipettes
- ✚ Incubateur 37 °C
- ✚ Pompe à vide
- ✚ Cuves carrées
- ✚ Chronomètre
- ✚ Dessiccateur
- ✚ Bec benzène
- ✚ Boite pétré
- ✚ Bain marie
- ✚ Autoclave
- ✚ Oxymètre
- ✚ Les filtres
- ✚ Flacon
- ✚ Etuve
- ✚ Pince

II.2. Réactifs utilisés

- ✚ kits mesure DCO (exemple) : LCK 314 15-150 ppm/LCK 114 150-1000 ppm
- ✚ Pochettes de réactif pour nitrate Nitraver 5 (pour 10 ml d'échantillon)
- ✚ Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol(BCPL)
- ✚ Une solution tampons de pH=4 et pH=7
- ✚ Eau distillée (nettoyage ou dissolution)
- ✚ Gélose nutritive biliée(GNAB)
- ✚ L'eau peptonée alcaline(EPA)
- ✚ Bouillon sélénite cystine(SFB)
- ✚ Hydroxyde de potassium
- ✚ Viande de foie(VF)
- ✚ Bouillon Schubert
- ✚ Gélose HEKTOEN
- ✚ Bouillon de Rothe
- ✚ Réactif de Kovacs
- ✚ L'EVA Litsky

II.3. Prélèvement et suivi des paramètres

II.3.1. Echantillonnage

L'échantillonnage s'est fait au sein de la STEP Sid Ali Lebhar durant la période comprise entre le 11/04/2021 et le 22/04/2021). Au total 5 prélèvements ont été effectués à deux endroits précis, le premier à l'entrée de la STEP (eau usée brute) et l'autre à la sortie (eau usée épurée).

II.3.2. Méthodes de prélèvement

- ✚ Laver les mains avant chaque prélèvement et utiliser des gants jetables.
- ✚ Lors de l'échantillonnage, il est nécessaire de respecter un certain nombre de règles qui visent à faire un flaconnage correct et un étiquetage précis afin d'assurer une conservation et traçabilité des échantillons.
- ✚ Pour les analyses bactériologiques, les échantillons doivent être prélevés dans des flacons stériles en verre borosilicaté de 250 ml. Ces flacons, une fois bouchés, assurent une protection totale contre toute contamination extérieure.

II.3.3. Transport des échantillons

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

plus rapidement possible et transportée dans une enceinte réfrigérée (environ 4°C) avec un délai maximum de 6 heures avant l'analyse.

II.4. Modes opératoire de mesure des paramètres physico-chimiques

II.4.1. Mesure de la température (T°)

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) sa mesure permet de mieux connaître le caractère et le comportement d'un échantillon. La température influe également sur certains paramètres physico-chimiques mesurés (notamment pH, conductivité, redox, etc.) (Rodier J et al, 2005).

La mesure de la température a été effectuée à l'aide d'un appareil multi paramètres (pH, température et conductivité) mené d'une sonde et d'une électrode en verre.

Pour cela, on suit le protocole suivant :

-  Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec de papier absorbant.
-  Introduire la sonde dans l'échantillon d'eau.
-  laisser l'appareil se stabiliser et faire la lecture.
-  L'appareil affiche le résultat en °C.

II.4.2. Mesure du potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien il permet aussi de mesurer l'acidité ou la basicité de l'eau. La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un appareil multi paramètres (pH, température et conductivité) mené d'une sonde et d'une électrode en verre (Metahri M.S, 2012).

A une température ambiante, ont suivi le protocole suivant :

-  Etalonner le pH-mètre avec des solutions tampons de pH=4 et pH=7.
-  Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec de papier absorbant.
-  Introduire l'électrode en verre dans l'échantillon d'eau.
-  laisser l'appareil se stabiliser et faire la lecture.

II.4.3. Mesure de la Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique 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) (Metahri M.S, 2012).

La mesure de la conductivité a été effectuée à l'aide d'un appareil multi paramètres (pH, température et conductivité) mené d'une sonde et d'une électrode en verre.

Chapitre II : Matériels et méthodes

Le protocole expérimental est le même de celui de la mesure de la température et le résultat est donné en $\mu\text{s}/\text{cm}$.



Figure II.1 : appareil multi paramètres (pH, température et conductivité).

II.4.4. Mesure de l'Oxygène dissous (OD)

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 (**Rejsek F, 2002**). Il permet de déterminer la quantité d'oxygène dissout dans l'eau, afin d'évaluer la capacité de la biodégradabilité des matières organiques par les bactéries aérobies. Pour sa mesure on a utilisé un Oxymètre et on a adopté le protocole ci-dessous :

- ✚ Allumer l'appareil.
- ✚ Etalonner l'appareil et nettoyer la sonde avec l'eau distillée puis essuyer la sonde.
- ✚ Plonger la sonde dans l'échantillon d'eau.
- ✚ Après stabilisation de la valeur, lire directement le résultat sur le cadran.
- ✚ Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène dissous par litre d'échantillon.



Figure II.2 : L'Oxymètre.

II.4.5. Matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

Les MES s'obtiennent par filtration des effluents peu chargés, La mesure de MES repose sur le principe de la double pesée : un volume d'eau est filtré sur une membrane (préalablement pesée à vide) de 0,45 microns et les résidus sur cette dernière sont pesés. Le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtrée donne la concentration de MES en mg/l (**Metahri M.S, 2012**).

Pour sa mesure on a adopté le protocole suivant :

- ✚ Sécher le filtre de 0,45 µm à 105 °C.
- ✚ Peser à 0,1 mg près, après passage au dessiccateur (P0).
- ✚ Mettre en place l'équipement de filtration et le dispositif d'aspiration en marche.
- ✚ Verser l'échantillon (V ml) sur le filtre et rincer le filtre ainsi que les parois de l'entonnoir de filtration avec 10 ml d'eau distillée.
- ✚ Laisser essorer le filtre pour le mettre ensuite sur la boîte Pétri et sécher à 105°C.
- ✚ Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser jusqu'au poids constant (P1).

La Teneur en matières en suspension (MES)

$$MES(mg/l) = \frac{(P_1 - P_0)}{V} * 1000$$

- ✚ P0 : Poids du filtre vide.
- ✚ P1 : Poids de filtre après filtration.



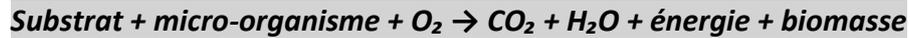
Figure II.3 : La pompe à vide.



Figure II.4 : Le dessiccateur.

II.4.6. Demande biochimique en oxygène(DBO₅)

La DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon, mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie (**Rodier J et al, 2005**), elle se résume à la réaction chimique suivante :



La DBO₅ permet de déterminer la teneur de l'ensemble des matières organiques biodégradable .La mesure de la DBO₅se base sur la mesure de la pression dans un système fermé ou les microorganismes consomment l'oxygène dans l'échantillon en générant des émissions de CO₂. Le CO₂ généré est absorbé avec NaOH et une pression négative est créé et mesurée directement par le transmetteur qui transforme la valeur de la pression directement à DBO₅(mg/l) (**Metahri M.S, 2012**). Pour sa mesure on a adopté le protocole suivant :

- ✚ Dans un flacon contenant un barreau magnétique, introduire un volume de l'échantillon qui dépend de la DBO₅ mesurée.
- ✚ Ajouter un inhibiteur de nitrification.
- ✚ Dans la nacelle (le goulot), introduire 2 à 3 grains d'hydroxyde de potassium.
- ✚ Prendre toutes les précautions pour que la solution ne déborde pas et ne risque pas de contaminer l'échantillon.
- ✚ Fermer ensuite hermétiquement le flacon.
- ✚ Mettre ce flacon à incuber à 20 °C pendant 5 jours sous agitation constante.
- ✚ Pendant les 5 jours il faut agiter l'échantillon d'eau continuellement. Le senseur DBO₅ mémorise automatiquement chaque 24 heures une valeur de mesure, 5 jours maximum.



Figure II.5 :Equipe DBO système.

Chapitre II : Matériels et méthodes

Pour bien profiter de la carcasse de mesure, il faut sélectionner un volume d'échantillon correspondante à la DBO qui on espère obtenir :

Gramme de DBO (mg/l)	Volume d'échantillon nécessaire (ml)	Facteur de dilution	Gouttes N-Alythiourea
0-40	432	1	9
0-80	365	2	8
0-200	250	5	5
0-400	164	10	3
0-800	97	20	2
0-2000	43,5	50	1
0-4000	22,7	100	1

Tableau II.1 : Grammes de DBO₅ et estimation des volumes d'échantillon à utiliser.

II.4.7.Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est un paramètre de détermination de la teneur de l'ensemble des matières organiques biodégradable ou non. Le test consiste à une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort (acide) à température élevé et par le dichromate de potasse. Les substances oxydables réagissent avec une solution d'acide sulfurique et de bichromate de potassium en présence de sulfate d'argent en tant que catalyseur. La présence déchlorure est masquée avec le sulfate de mercure (**Manuel STEP, 2013**).

On mesure la diminution de la coloration jaune du Cr⁶⁺.

La réaction globale est la suivante :



Pour la mesure, on a adopté le protocole suivant :

- ✚ Sélectionner le programme de la DCO : Le programme DCO chauffe les cuves pendant 2 heures à 150 °C. Lors de phase de refroidissement ,4 signaux sonores indiquent que les cuves ont été refroidies jusqu'à une température de 120°C.
- ✚ Préparation des cuves :
 - 1-Mélanger le contenu Kit pour avoir une solution homogène.
 - 2- Pipeter 2 ml d'échantillon avec précaution.
 - 3-Fermer le tube et nettoyer l'extérieur de celle-ci.
 - 4- Mélanger.

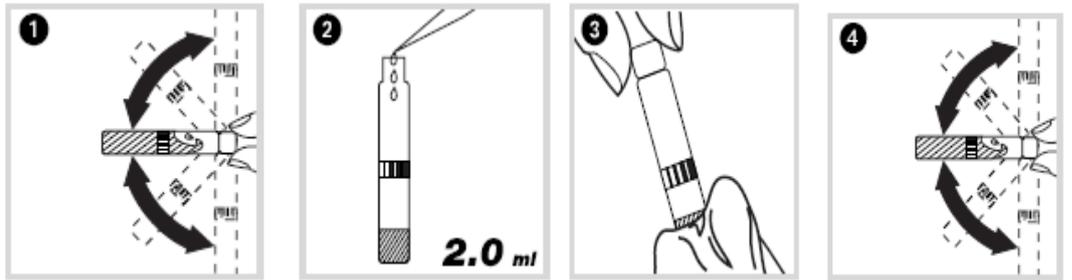


Figure II.6 : Préparation des cuves.

- Le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température définie ; deux signaux sonores indiquent que la température requise est atteinte.
- Placez les tubes dans un bloc de chauffage et refermez le couvercle de protection. Chauffer dans le digesteur DCO classique : 2h à 150°C. 3 signaux sonores indiquent la fin du programme de température. Le thermostat refroidit.
- Enlever le tube chaud et inverser avec prudence 2 fois.
- Laisser refroidir à température ambiante dans le support de tubes.
- Bien nettoyer l'extérieur du tube et mesurer avec programme spectrophotomètre HACH.

L'instrument utilise l'identification par code-barres pour définir automatiquement la longueur d'onde appropriée pour l'analyse et calcule immédiatement le résultat grâce aux facteurs enregistrés.



Figure II.7 : La mesure de la DCO.

II.4.8. mesure de l'indice de boues (test de décantation de boues) V_{30}

L'indice de boues est défini à partir de test de décantation permettant d'obtenir des volumes de boues dans la zone comprise entre 100 et 250 ml d'échantillon durant 30 min

Chapitre II : Matériels et méthodes

(Rodier J et al, 1996), son but est de déterminer la nature de la boue, si elle est décantables ou non.

Pour l'analyse, on a adopté le protocole suivant :

- ✚ Dans une éprouvette de 1 L, introduire 250 ml de l'eau provenant du bassin biologique (aération).
- ✚ Compléter à 1 L avec de l'eau prélevée en sortie de clarificateur (eau épurée).
- ✚ Homogénéiser le contenu de l'éprouvette en la retournant plusieurs fois après obturation.
- ✚ Laisser décanter 30 min.
- ✚ Au bout de ce temps, noter la hauteur du voile de boue.

Les résultats sont exprimés par la relation suivante :

$$I_B = \frac{V_{30}}{(MES)_a * F}$$

V₃₀ : Volume de boues dans l'éprouvette après décantation de 30 min, exprimé en ml.

(MES)_a : Concentration en boues dans l'aérateur, exprimé en g/L de matières sèches.

F : Facteur de dilution (volume de boues initialement introduit dans l'éprouvette en ml/1000) (Rodier J et al, 2009).

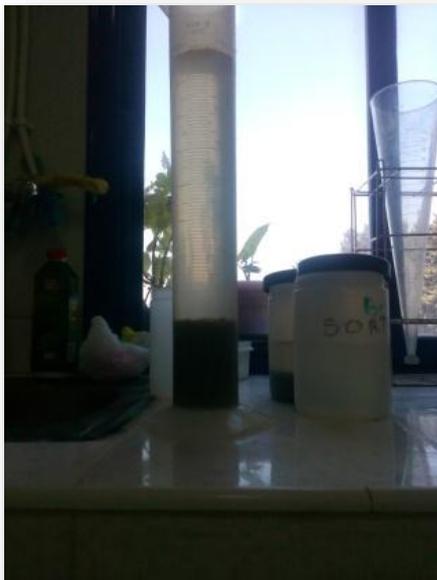


Figure II.8 : Mesure de l'Indice de boues V₃₀.

II.4.9. Analyse des Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont des éléments essentiels dans les procédés utilisés dans l'épuration des eaux. L'analyse de Nitrate (NO_3^-) est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe coloré jaune par l'action de l'acide sulfanilique sur les ions NO_2^- dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en nitrites.

Pour sa mesure, on a adopté le protocole suivant :

- Appuyer et sélectionner le programme d'analyse.
- Remplir la cuve carrée avec l'échantillon.
- Préparation de l'échantillon : Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrate Nitraver 5 dans la cuve.
- Boucher et agiter énergiquement la cuve 1 min et laisser la réaction pendant 5 min. Une coloration sombre apparaît en présence de nitrate.

Essai à blanc

- remplir une autre cuve carrée avec l'échantillon (sans réactif).
- Essuyer bien la cuve et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite. Sélectionner sur l'écran : Zéro.
- Le résultat s'affiche : 0,0 mg/l NO_3^- .
- Pour l'échantillon, sélectionner sur l'écran, Mesurer. Les résultats sont indiqués en mg/l de NO_3^- .



Figure II.9 : Analyse des Nitrates (NO_3^-).

II.5. Analyse microbiologique des eaux usées

Les analyses microbiologiques effectuées sur une eau usée, sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- ✚ Recherche des vibron-cholériques.
- ✚ Recherche des salmonelles.
- ✚ Recherche des streptocoques fécaux.
- ✚ Recherche des clostridium (anaérobie sulfito-réducteur).
- ✚ Recherche des coliformes.
- ✚ Recherche des coliformes thermo-tolérants (E-coli).

Germes recherchés	Milieux de culture	Aspect et caractéristiques après incubation
Vibron-cholériques	EPA+GNAB	Colonies transparentes d'aspect bleu
Salmonelles	SFB+ gélose Hektoen	Trouble du milieu+ colonies vertes bleutées
Streptocoques	Rothe	Trouble du milieu
Streptocoques fécaux	Eva-Litsky	Trouble+ Dépôt violet ou blanc
clostridium sulfito-réducteur	Gélose VF	Colonies entourées d'un anneau noir
Coliformes totaux	BCPL+ cloche de Durham	Virage au jaune+ gaz
Coliformes fécaux (E-Coli)	Schubert+ réactif de kovacs	Anneau rouge

Tableau II.2 : Les analyses effectuées.

II.5.1. Recherche des vibrions cholériques

La Vibron cholérique se développe sur des milieux alcalins (pH=9.2) et salés à 3% de NaCl, son milieu d'isolement est l'eau peptonée alcaline (EPA) salée. Elle réduit le nitrate en nitrite, elle est responsable du choléra, une maladie grave exclusivement humaine le plus souvent mortelle en absence de traitement.

Après enrichissement par passage des milieux hyper salés, son identification est effectuée essentiellement en trois étapes :

1. Enrichissement
2. Isolement
3. Identification

Pour le mode opératoire, on a adopté le protocole suivant :

✚ L'enrichissement :

Cette phase consiste l'enrichissement sur EPA. On ajoute au EPA 50 ml d'eau à analyser déjà prélevé, homogénéisé bien, ensuite incubé à 37° C pendant 24h.

+ L'isolement :

Après incubation, une boîte Pétri stérile coulée avec la gélose nutritive biliée (GNAB), à partir de l'enrichissement sur EPA, prélever une goutte de ce dernier avec une pipette pasteur, et l'étaler bien sur la surface de la boîte. Incuber à 37 °C pendant 24h.

+ L'identification :

Les colonies suspectes présentent sur la boîte GNAB sont transparentes, lisses d'aspect légèrement bleuté. Pour la lecture si on n'observe pas de changement de couleur, on a l'absence de vibrion.



Figure II.10 : La recherche des vibrions cholériques.

II.5.2. Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles permet de mettre en évidence le degré de contamination de l'échantillon à analyser, car il s'agit de bactéries pathogènes responsables de syndrome infectieux (Pilet C e al, 1983).

Le mode opératoire adopté est décrit comme ci-dessous :

+ Enrichissement

L'enrichissement consiste à préparer un flacon contenant 1ml de l'eau à analyser plus de 10 ml de bouillon sélénite cystine(SFB), ensuite incuber à 37° C pendant 24h.

+ Isolement

Après incubation, réaliser un isolement sur une boîte contenant un milieu à la gélose HEKTOEN, et incuber à 37 °C pendant 24h

Identification

Les colonies suspectes sur la boîte HEKTOEN présentant une couleur bleu verte lisse de taille moyenne avec en général un centre noir, ces colonies de test sont identifiées au moyen de test biochimique. Pour la lecture, après 24h si on ne remarque pas de colonies vertes à centre noir, on a l'absence de salmonelles.

II.5.3. Recherche des streptocoques fécaux

Ce sont des bactéries retrouvées aussi bien dans l'eau que dans l'air ou le sol, elles sont découvertes par Pasteur et sont considérés comme des témoins de contamination fécale.

Elle compte deux temps :

-  La recherche présomptive des streptocoques fécaux.
-  La recherche confirmative des streptocoques fécaux du groupe D.

Pour la recherche on a adopté le protocole suivant :

Pour le test présomptif

-  On ensemence deux tubes de milieu de Rothe (D/C, 10ml) avec 10ml d'eau à analyser.
-  On ensemence deux tubes de milieu de Rothe (S/C, 10ml) avec 1ml d'eau à analyser.
-  On ensemence deux tubes de milieu de Rothe (S/C, 10ml) avec 0.1ml d'eau à analyser.
-  Agiter pour homogénéiser, et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48h.
-  Les tubes présentant un trouble du milieu après incubation sont considérés comme positifs, dont le nombre caractéristique obtenu se réfère à la table Mac Grady, pour connaître le nombre des streptocoques présents dans 100ml d'eau.

Pour le test confirmatif

-  Chacun des milieux positifs de l'étape précédente est repiqué de 1 ml avec une pipette pasteur, dans un tube contenant 5 ml de l'EVA Litsky.
-  Incuber à nouveau à 37 °C pendant 24h.
-  Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, et un dépôt violet ou blanc. On note le nombre des tubes positifs et on se reporte à la table Mac Grady pour connaître le nombre des streptocoques fécaux présents dans l'eau. Les résultats des sont exprimés en UFT.



Figure II.11 : Recherche des streptocoques fécaux.

II.5.4. Recherche des clostridiiums sulfito-réducteur

En présence de spores de bactéries sulfito-réductrices, l'ensemencement dans des tubes de milieu de culture liquide permet la reprise des formes végétatives entraînant la formation de sulfure de fer, qui colore uniformément en noir, les milieux liquides (**Guiraud J et galzy P, 1998**).

Le mode opératoire adopté est décrit comme ci-dessous :

- + Dans un tube à essai stérilisé, mettre 10 ml de l'eau à analyser.
- + Chauffer l'échantillon dans le bain-marie à 80 °C pendant 10 min.
- + Après le temps s'écoule, mettre le tube dans l'eau en créant un choc thermique.
- + Ajouter 10 ml du VF au tube à essai de l'échantillon.
- + Incuber à 37 °C pendant 48h.
- + Pour considérer les résultats positifs, il faut observer les colonies entourées d'un anneau noir à l'intérieur de la gélose, cette couleur noir est due aux sels de Fer.



Figure II.12 : Recherche des clostridiens sulfite-réducteurs.

II.5.5. Recherche des coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (**Archibald F, 2000 ; Edberg et al, 2000**).

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C, l'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia-Coli* (**Elmund et al, 1991**).

La méthode est effectuée en deux tests consécutifs à savoir :

Test présomptif :

Il est réservé à la recherche des coliformes totaux. Fait sur le milieu BCPL (bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol), sa fermentation se traduit par un changement de couleur du violet vers le jaune, un dégagement de gaz dans la cloche de Durham et un trouble après une incubation à 37 °C

Test confirmatif :

Il est réservé pour la recherche des coliformes thermo-tolérants à une température de 44 °C, à partir des tubes positifs du test présomptif.

Pour leur détermination, on a adopté le protocole suivant :

Chapitre II : Matériels et méthodes

Pour le test présomptif

L'ensemencement est effectué dans des tubes contenant de BCPL, munis de cloche de Durham pour détecter le dégagement éventuel de gaz dans le milieu. Ainsi nous avons ensemencé :

- + 02 tubes de 10ml de BCPL (D/C, 10ml) avec 10ml d'eau à analyser.
- + 02 tubes de 10ml de BCPL (S/C, 10ml) avec 1ml d'eau à analyser.
- + 02 tubes de 10ml de BCPL (S/C, 10ml) avec 0.1ml d'eau à analyser.
- + Agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham, et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48h.
- + Considérer comme « positifs », les tubes où il se produit simultanément un changement de couleur, un trouble dans toute la masse liquide et un dégagement de gaz dans une proportion d'un 10^{ème} et plus dans la cloche.
- + Noter le nombre des tubes positifs dans chaque série et se reporter à la table Mac Grady pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100ml d'eau.

Pour le test confirmatif

- + Chacun des milieux positifs de l'étape précédente est repiqué de 1 ml avec une pipette pasteur, dans un tube contenant 10 ml de bouillon de Schubert
- + Incuber à nouveau à 44 °C pendant 24h.
- + Après 24 heures d'incubation, tous les tubes présentant un trouble avec dégagement de gaz sont considérés positifs à une éventuelle présence des coliformes fécaux. L'apparition d'un anneau rouge sur la surface des tubes après addition du réactif d'Erlich Kovacs dans chaque tube positif signifie la présence d'Escherichia-Coli. Les résultats sont exprimés en UFT.



Figure II.13 : Recherche des coliformes.

Conclusion

Les analyses effectuées au laboratoire de la STEP de Sidi Ali Lebhar ont le but de contrôler la qualité des eaux en amont et en aval de la station d'épuration, c'est-à-dire, avant et après le traitement. Certains paramètres ont été mesurés pour déterminer la qualité biologique et physico-chimique de ces eaux, ainsi que des analyses microbiologiques effectuées au sein de la DSP afin de proposer la possibilité de la réutilisation des eaux épurées dans l'agriculture.



Chapitre III :
Résultats et discussions

Introduction

Dans ce dernier chapitre, on va présenter les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux usées de la STEP de Sidi Ali Lebhar Bejaia qu'on a effectuées pendant notre période de stage, ces résultats sont analysés et comparés aux normes recommandées par l'OMS et le NA afin d'évaluer les performances de la station d'épuration par boues activées de Sidi Ali Lebhar. Ainsi que les résultats des analyses microbiologiques de ces eaux interprétés à l'aide de la table de Mac Grady (NPP).

III.1. Interprétation des résultats des paramètres physico-chimiques et biologiques

III.1.1. La température (T)

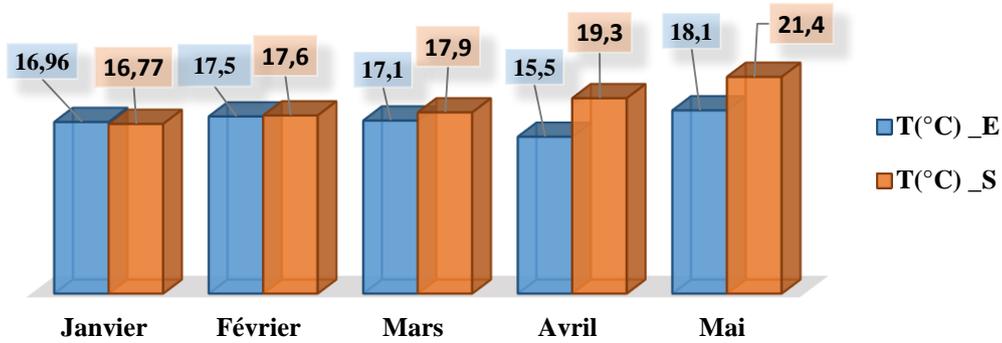


Figure III.1 : Variations mensuelles de la température des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.1 est un graphe qui regroupe les résultats des températures obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs de la température des différents échantillons sont très proches. Elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 15,5°C au maximum de 18,1°C à l'entrée, et entre 16,77°C et 21,4°C à la sortie.

Les températures varient selon le climat et n'ont jamais dépassées les normes de 30°C selon l'OMS et NA, c'est ce qui prouve une bonne épuration des eaux.

III.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

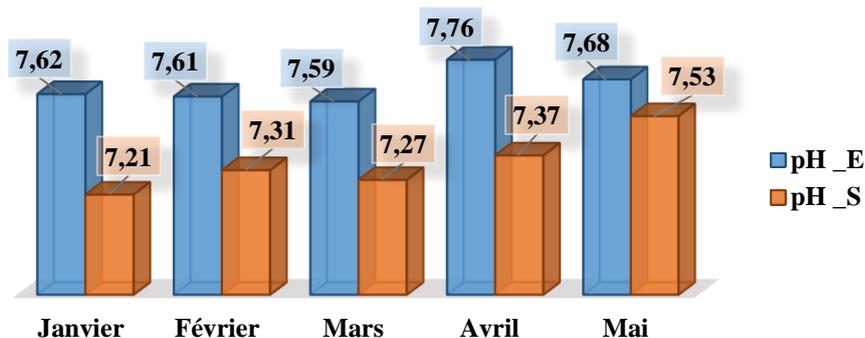


Figure III.2 : Variations mensuelles du pH des eaux brutes(E) et épurées(S)

Chapitre III : Résultats et discussions

La figure III.2 est un graphe qui regroupe les résultats des pH obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs du pH des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 7,59 au maximum de 7,76 à l'entrée, et entre 7,21 et 7,53 à la sortie. Ces valeurs sont favorables à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie (Franck R ; 2002). Donc on peut dire que les résultats s'avèrent conforme à la norme de [6,5-8,5] selon l'OMS et NA.

III.1.3.la Conductivité électrique(CE)

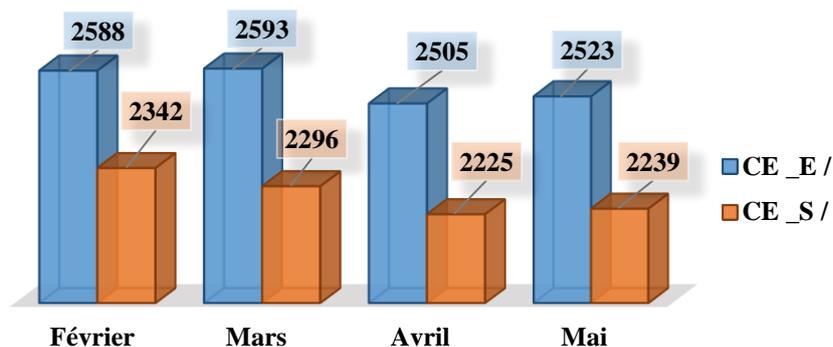


Figure III.3 : Variations mensuelles de la conductivité des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.3 est un graphe qui regroupe les résultats de la conductivité obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs de la conductivité des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 2505 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au maximum de 2593 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à l'entrée, et entre 2225 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 2342 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à la sortie. La conductivité mesure les aptitudes d'une solution à conduire un courant et donne une idée générale sur le taux de présence des sels, d'après le graphe, on remarque la diminution des taux de sels traduite par la diminution de la conductivité mais pas une élimination totale. Tout rejet polluant s'accompagne d'un accroissement de la conductivité. Toutefois, les valeurs mesurées dans notre cas ne dépassent pas les normes OMS et NA.

III.1.4.l'Oxygène dissous (OD)

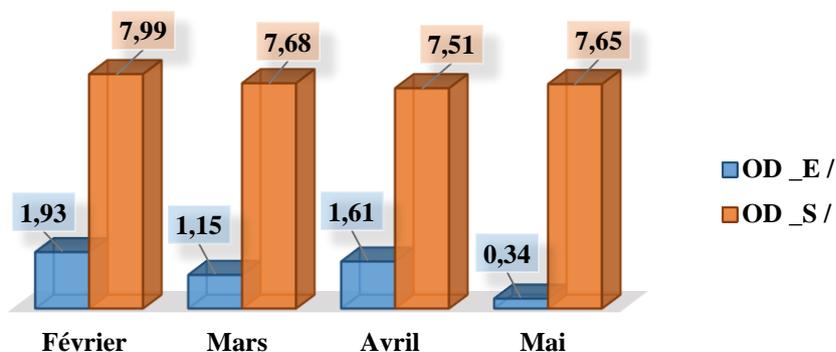


Figure III.4 : Variations mensuelles de l'oxygène dissous(OD) des eaux brutes(E) et épurées(S)

Chapitre III : Résultats et discussions

La figure III.4 est un graphe qui regroupe les résultats de l'oxygène dissous obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs de l'oxygène dissous des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 0,34 mg/l au maximum de 1,93 mg/l à l'entrée, et entre 7,51 et 7,99 à la sortie. D'après le graphe, les teneurs en O₂ dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ceci est dû à une bonne aération des eaux au niveau du bassin biologique, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit aussi à une bonne épuration biologique des eaux usées. Durant cette période la valeur la plus élevée est enregistrée le mois de février à la sortie de la STEP (7,99 mg/l). Ceci est essentiellement dû à la diminution de la température de l'eau, car une eau froide facilite la dissolution d'une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (**Hébert et Légaré, 2000**). Toutefois, ces valeurs sont conformes aux normes de l'OMS et NA.

III.1.5. Matières en suspension (MES)

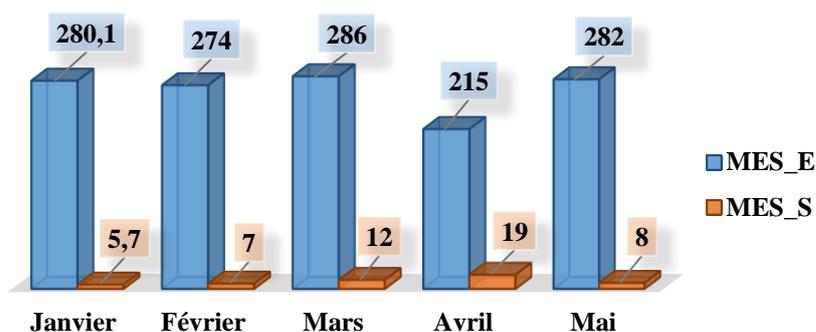


Figure III.5 : Variations mensuelles des MES des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.5 est un graphe qui regroupe les résultats des matières en suspensions obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs des matières en suspensions des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 215 mg/l au maximum de 286 mg/l à l'entrée, et entre 5,7 mg/l et 19 mg/l à la sortie. La présence des MES cause la turbidité de l'eau et peut affecter la croissance des différents organismes qui y vivent (**Rodier J et al, 2009**). Toutefois, les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. Une telle hausse peut aussi entraîner un réchauffement de l'eau, lequel aura pour effet de réduire la qualité de l'habitat pour les organismes d'eau froide (**Hébert et Légaré, 2000 ; Makhouk et al, 2011**). Pour cette raison leur diminution ou même leur élimination reste une exigence au niveau des STEP. Ces valeurs de taux présentant dans le graphe sont élevées mais demeurent inférieure à la norme du rejet de l'OMS 30 mg/l et à celle du NA à 35 mg/l.

III.1.6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

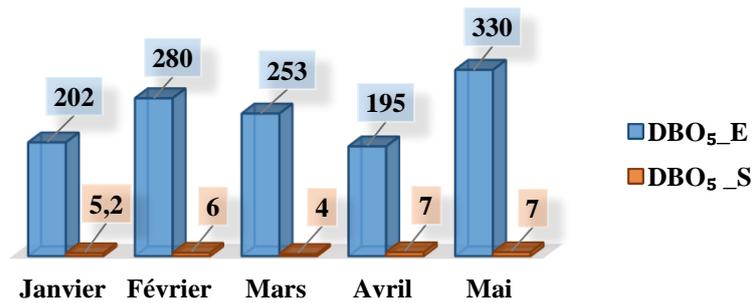


Figure III.6 : Variations mensuelles de la DBO₅ des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.6 est un graphe qui regroupe les résultats de la DBO₅ obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs de la DBO₅ des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 195 mg/l au maximum de 330 mg/l à l'entrée, et entre 4 mg/l et 7 mg/l à la sortie. On observe que le traitement au niveau de la STEP a diminué la DBO₅. Les valeurs de DBO₅ des eaux rejetées sont conformes aux NA 35 mg/l et sont proches de celles décrites par l'OMS qui sont fixées à 30 mg/l. En conclusion, on note que le maximum de pollution organique biodégradable est éliminé par la STEP.

III.1.7. Demande chimique en oxygène (DCO)

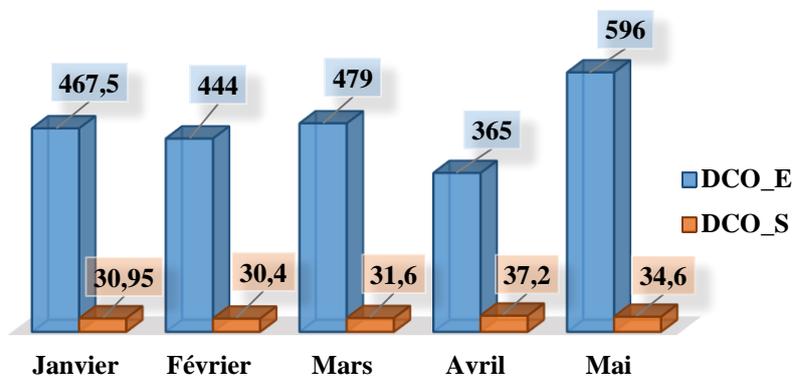


Figure III.7 : Variations mensuelles de la DCO des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.7 est un graphe qui regroupe les résultats de la DCO obtenus à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'après ces résultats, les valeurs de la DCO des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 365 mg/l au maximum de 596 mg/l à l'entrée, et entre 30,4 mg/l et 37,2 mg/l à la sortie. La demande chimique en oxygène est utilisée pour exprimer la charge de pollution ou de substrat. De plus, c'est un paramètre qui peut être dosé rapidement. Ceci renseigne sur la quantité totale des matières organiques et

minérales présentes dans le substrat Les valeurs de DCO à la sortie de la STEP sont conformes aux NA 120 mg/l et aux normes de l’OMS 90mg/l concernant les rejets.

III.1.8.Analyse des Nitrates (NO_3^-)

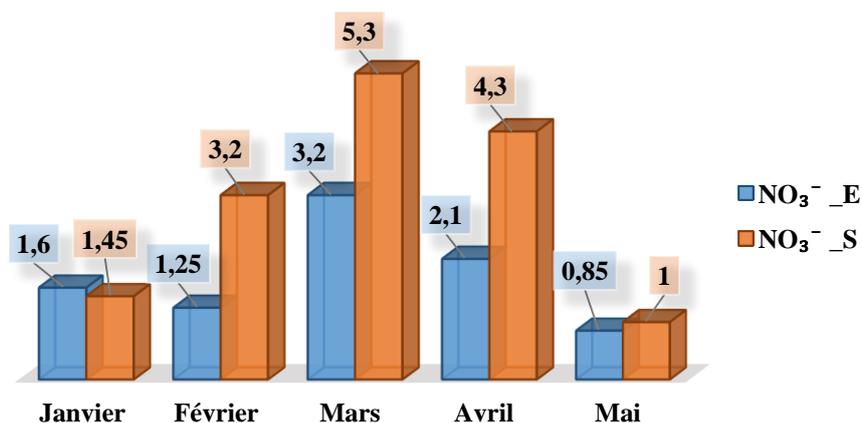


Figure III.8 : Variations mensuelles de NO_3^- des eaux brutes(E) et épurées(S)

La figure III.8 est un graphe qui regroupe les résultats des Nitrates obtenus à l’entrée et à la sortie de la STEP. D’après ces résultats, les valeurs des nitrates des différents échantillons se situent dans un intervalle qui va du minimum de 0,85 mg/l au maximum de 3,2 mg/l à l’entrée, et entre 1 mg/l et 5,3 mg/l à la sortie. Le taux des nitrates a augmenté considérablement au niveau des eaux de la sortie par rapport aux eaux d’entrée mais reste inférieur aux normes de l’OMS (50 mg/l) et aux NA (30 mg/l).

III.2.Interprétation des résultats des paramètres microbiologiques

Les résultats et les observations de la recherche bactériologique sont résumés dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau III.1 : résultats et observations d'analyses microbiologiques

Bactéries	Essais		Observations
	01	02	
V-cholérique	-	-	
Salmonelles	-	-	
SF	+	+	
ASR	+	+	
Coliformes totaux	+	+	
E-Coli	+	+	

Chapitre III : Résultats et discussions

D'après le tableau III.1, on constate la présence des coliformes totaux, des streptocoques fécaux, des clostridium et E-Coli interpréter à l'aide de la table de Mac Grady. On note aussi l'absence des salmonelles et de vibrions-Cholériques. Le dénombrement des bactéries présentes dans notre échantillon d'eau est résumé dans le tableau suivant :

Bactéries	Essaie N°01			Essaie N°02			NPP dans 100ml
	02 tubes D/C 10 ml	02 tubes S/C 1 ml	02 tubes S/C 0.1 ml	02 tubes D/C 10 ml	02 tubes S/C 1 ml	02 tubes S/C 0.1 ml	
SF	+2	+2	+2	+2	+2	+2	1100
Coliformes totaux	+2	+2	+2	+2	+2	+2	1100
E-Coli	+2	+2	+2	+2	+2	+2	1100

Tableau III.2 : dénombrement des bactéries présentant dans l'échantillon d'eau.

III.2.1. Vibrions-Cholériques et Salmonelles

- Les bactéries pathogènes Vibrions cholériques n'ont pas été détectées dans les eaux usées épurées au niveau de la STEP. Ceci pourrait être expliqué par l'effet de la température, qui n'est pas élevé (T° moyenne des eaux usées = 18,59°C), sur le processus de prolifération des bactéries, notamment le vibron cholérique. On note également l'absence de porteurs de la maladie en cette période de notre étude (El Ouali A et al, 2014).
- Les bactéries pathogènes Salmonelles n'ont pas été détectées dans les eaux usées épurées au niveau de la STEP. Ces résultats sont conformes aux normes de l'OMS qui exige l'absence de la salmonelle.

III.2.2. Streptocoques fécaux

Les résultats des analyses de l'eau traitée confirment une présence des streptocoques fécaux. Ceci ne répond pas aux normes de rejets OMS.

III.2.3. clostridium (anaérobie sulfite-réducteur)

Les résultats des analyses de l'eau traitée confirme une présence maximale des ASR. Cette présence est très probable où on trouve les formes sporulantes beaucoup plus résistante que les formes végétative.

Chapitre III : Résultats et discussions

Leur présence indique une contamination ancienne d'origine fécale. Elles sont responsables des maladies graves telles que le botulisme et le tétanos. C'est pour cette raison que la recherche de ces derniers est essentielle dans le cadre de l'analyse qualitative de l'eau (Rejsek, 2002).

III.2.4. Coliformes totaux

D'après les analyses effectuées, on a constaté la présence des coliformes totaux, ces résultats sont traduits par la présence d'une contamination provenant principalement des déchets fécaux domestiques et des effluents d'élevage.

III.2.5. Coliformes thermo-tolérants (E-Coli)

D'après les analyses effectuées, on a constaté la présence des coliformes thermo-tolérants (E-Coli) traduite par la présence d'un anneau rouge.

Nombre de tubes donnant une réaction positive			NPP dans 100 ml
2 tubes de 10ml	2 tubes de 1ml	2 tubes de 0,1ml	
0	0	0	00
0	0	1	05
0	1	0	05
0	1	1	09
0	2	0	09
1	0	0	06
1	0	1	12
1	1	0	13
1	1	1	20
1	2	0	20
1	2	1	30
2	0	0	25
2	0	1	50
2	1	0	60
2	1	1	130
2	1	2	200
2	2	0	250
2	2	1	700
2	2	2	1100

Tableau III.3 : Table de Mac Grady (Lebres, IPA)

Conclusion

A travers ces mesures, il est clair que le traitement physico-chimique et biologique des eaux usées à la STEP de Sidi Ali Lebhar est presque suffisant pour permettre d'abaisser les concentrations en polluants et d'atténuer donc le risque sanitaire à un niveau très acceptable. Mais dans le traitement microbiologique, la présence de plusieurs bactéries indique le mal fonctionnement de la station dans ce côté et d'où on peut dire que cette eau n'est pas adaptée à l'agriculture.



Conclusion générale

Conclusion générale

Notre mémoire de fin de cycle a été pour nous une occasion inouïe de découvrir de près les différents acteurs d'un important programme de protection de l'environnement et du développement durable. Il a été aussi une opportunité inestimable d'utiliser nos connaissances théoriques et d'en acquérir d'autres, d'ordre technico-pratique dans le domaine du traitement des eaux usées, que ce soit en amont ou en aval d'une longue série de mesures quantitatives et qualitatives.

L'étude que nous avons présentée est une contribution à l'évaluation de l'efficacité du traitement biologique par boues activées dans la station d'épuration des eaux usées de Sidi Ali Lebhar, dans une perspective de réutilisation agricole et/ou de la protection des milieux naturels récepteurs.

Il nous a été montré, à travers les paramètres indicateurs de pollution obtenus durant notre stage, que le système épuratoire est satisfaisant, et les résultats sont en accord avec les normes de rejet des effluents de boue activée imposées par la réglementation en vigueur, et ce au cours de notre passage à la station de Sidi Ali Lebhar. Les effluents traités ont été caractérisés par un pH variant dans le domaine de la neutralité et la DCO, MES et la DBO₅ se sont avérées conformes. Par contre, l'élimination des nitrites NO₃⁻ a été relativement faible et les concentrations résiduelles sont restées très élevées dans l'effluent traité ce qui n'est pas conforme aux normes.

Quant aux analyses microbiologiques, on a constaté l'absence des germes pathogènes ce qui est conforme aux normes mais cette eau contient des bactéries (E-Coli, SF, ASR, Coliformes totaux) qui la rendent nocives et inutilisables dans l'agriculture.

A la lumière des résultats obtenus, on conçoit qu'une station de traitement des eaux usées doit avoir le moins d'impacts possibles sur le milieu récepteur. Pour cela, la station doit avoir les plus hautes capacités épuratoires possibles. C'est le moins qu'on puisse conclure sur la STEP de Sidi Ali Lebhar. Une étude plus approfondie permettra de répondre aux paramètres que la station n'a pas pu respecter, à savoir la concentration des nitrites à la sortie ainsi que l'existence des bactéries.

Cependant, il est nécessaire, pour évaluer davantage sa qualité de :

- ✚ Compléter les analyses physico-chimiques faites par le laboratoire de la station par des analyses microbiologiques, ainsi qu'un contrôle de la boue activée.
- ✚ 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 la mer de Sidi Ali Lebhar afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et la santé humaine et animale.
- ✚ Mise en place d'un système de traitement tertiaire pour notamment l'élimination de la charge microbienne et diminuer la concentration des nitrites.

Conclusion générale

Aujourd'hui en Algérie, les rejets des stations d'épuration des eaux usées ne sont pas mis en valeur. Les eaux épurées sont malheureusement déversées dans la nature au lieu d'être exploitées dans l'irrigation, et les boues sont entassées dans les stations d'épuration au lieu d'en faire profiter le secteur de l'agriculture et bien d'autres secteurs. Cette situation prendra sûrement fin un jour. Pour y remédier, il suffit juste d'avoir cette volonté d'attirer l'attention des acteurs concernés, à savoir les responsables en charge du secteur des ressources en eau, les pouvoirs publics ainsi que les agriculteurs.



Références

Références Bibliographiques

A

1. **Archibald F**, The presence of Coliform bacteria Canada, p 1-22, 2000.

B

2. **Bassompierre C**, « procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers: de la conception d'un pilote a la validation de modèles », Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, p 46, 2007,.

C

3. **Caid A**, « Epuration biologique des eaux usées urbaines », office des publications universitaires 1, place centrale de Ben Aknoun (Alger), p 87, 1984.
4. **Chocat B**, « encyclopédie de l'hydrologie urbaine de l'assainissement », p1124, 1997.

D

5. **Desjardins R**, « Le traitement des eaux », deuxième édition, édition Ecole polytechnique de Montréal, Canada, p 303 ,1997.
6. **Djeddi H**, « l'utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines », université Mentouri Constantine, département des sciences de la nature et de la vie, mémoire de magistère 2006/2007.
7. **Doré M**, « chimie des oxydants et traitement des eaux », Paris 1989.

E

8. **Edberg SC, Rice EW, Karlin RJ , Allen MJ**, Escherichia coli: The best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, p 106, 2000.
9. **Eilbeck WJ, Mattock G**, chemical processes in wastewater treatment, 1987.
10. **Elmund GK, Allen MJ, Rice EW**, Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. Ed water environ p 332, 1999.

- 11. El Ouali Lalami**, Microbiological control wastewater domestic and industrial city of Fes Morocco, J. Mater. Environ. Sci. 5 (S1) 2014, 2325-2332.

F

- 12. Franck R**, Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Scérén CRDP Aquitaine. Bordeaux, p360, 2002.

G

- 13. Guerree H, Gomella C**, « Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, la collecte », deuxième Edition, édition Eyrolles, Paris, p 27, 1982.
- 14. Guiraud J, Galzy P**, Analyse microbiologique dans les industries alimentaires, Ed .L'usine nouvelle Paris, p 365, 1998.

H

- 15. Hartani T**, « La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie», Institut national agronomique, Alger, Algérie, p 3, 2004.
- 16. Hébert S, Légaré S**, Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement. Gouvernement du Québec, p 5, 2000.

J

- 17. Journal Officiel de la République Algérienne**

L

- 18. Ladjel F, Bouchefer SA**, « Exploitation d'une station d'épuration à boues activées et d'une lagune, niveau II », centre de formation dans les métiers de l'assainissement (CFMA) de Boumerdes, 2006.
- 19. Lebres**, Identification biochimique des micro-organismes, Institut Pasteur d'Algérie.

M

- 20. Makhoukh M, SBAA M, Berrahou A, Clooster M Van**, Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental), Larhyss Journal, p 149-169, 2011.
- 21. Manuel STEP**, Procédé normalisé du travail, station de traitement des eaux usées Sidi Ali Lebhar Bejaia, PNT analytique DCO (Manuel interne), 22/01/2013.
- 22. Metahri MS**, «élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou »,

département des sciences agronomiques, Thèse de doctorat université de Tizi-Ouzou 2012.

O

- 23. Office International de l'Eau**, « Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités », Office des publications officielles Communautés européennes, 2001.

P

- 24. Pandolfi D**, « Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'image », Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Thèse de doctorat, Nancy France 2006.
- 25. Perret JM, Canie JP**, Etude des prétraitements compacts basés uniquement sur le tamisage fin, cas du traitement des eaux résiduaires urbaines ou domestiques, 2004.
- 26. Pilet C, Bourdon JI**, Bactériologie médicale et vétérinaire, systématique bactérienne. Doin éditeur, p421, 1983.

R

- 27. Rejsek F**, « Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques », Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP), Bordeaux, p 358, 2002.
- 28. Rodier J**, « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 9ème édition, édition Dunod, Paris, 2009.
- 29. Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Chambon P, Champsaur H, Rodi L**, « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 8ème édition, édition Dunod, Paris, 2005.
- 30. Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Chambon P, Champsaur H, Rodi L**, « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats », 1996.

Sites internet

1. www.cieau.com/connaitre-leau/connaitre-leau/leau-dans-lunivers/
2. www.djazair.com
3. www.ona-dz.org/l-ona-en-chiffres.html
4. www.seor.dz/metiers-de-leau/assainissement/stations-depuration/
5. www.eduterre.ens-lyon.fr
6. www.aquaportail.com/definition.4066.boues.html
7. www.techno.science.not/definition/1068.html
8. www.cieau.com/connaitre-leau/connaitre-leau/leau-cest-quoi/



Annexes

Annexe

1. Les paramètres d'analyses à l'année 2017

1. Le débit

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	51397	46235	40879	43830	43472	41528	42951	42249	33057	–	34807	50316
Sortie	60770	43722	36832	40869	38877	38042	38691	32207	28217	–	32611	45206

2. La température (T)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	15,8	16,8	18	18,9	22,1	23	25,41	27,2	24,4	–	17,6	15,8
Sortie	15,4	16,6	18,1	19,1	22,7	23,7	26,26	27,3	24,8	–	16,7	14,5

3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	7,59	7,59	7,78	7,55	7,64	7,78	7,70	7,52	7,65	–	7,58	7,61
Sortie	7,53	7,53	7,79	7,52	7,63	7,68	7,61	7,50	7,56	–	7,50	7,53

4. Matière en suspension (MES)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	302	381	363	340	283	359	269	294	412	–	249	279
sortie	5,00	3,00	2,00	5,00	3,00	2,00	3,00	22,00	12,00	–	10,00	9,00

5. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	290	375	320	360	305	285	260	245	345	–	220	230
sortie	6	4	4	6	7	7	13	DB	12	–	3	4

6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	526	657	649	702	584	587	614	482	661	–	433	404
Sortie	28,15	31,1	26,65	29,25	35,2	20	31	31,2	42,4	–	30	35,1

7. Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	2,55	4,2	7,3	2,65	2,5	4,35	4,45	5,55	10,2	_	2,8	2,4
sortie	0,9	0,7	0,9	0,6	0,8	1	1,45	5,2	1,1	_	3,4	0,8

8. N-NH₄

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	26,50	47,10	41,00	24,23	51,54	49,42	30,77	45,58	58,07	_	22,31	20,38
sortie	8,42	3,46	0,31	0,61	0,309	0,077	0,61	0,075	2,85	_	1,38	13,84

9. N-NH₂

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	0,08	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	_	0,14	0,30
sortie	0,009	0,016	0,012	0,01	0,005	0,014	0,015	0,02	0,031	_	0,045	0,098

10.NT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	41,50	65,85	60,10	57,80	65,25	72,45	46,95	65,75	70,60	_	65,50	88,00
sortie	17,00	10,30	17,20	13,00	11,10	12,73	13,70	15,00	18,20	_	44,30	45,00

11.PT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	_	23,65	31,10	26,15	29,55	28,20	26,30	15,95	26,20	_	18,70	14,90
sortie	_	5,59	9,46	6,99	10,25	13,05	14,40	17,60	8,41	_	9,45	6,64

2. Les paramètres d'analyses à l'année 2018

1. Le débit

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	45032	49814	55747	44246	38291	44084	37828	33965	44501	46867	44280	43181
Sortie	42773	48857	56338	43139	35879	41378	34344	31147	41766	44517	43882	43050

2. La température (T)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	16,8	14,5	16,4	19,2	–	–	–	–	–	–	–	17,6
Sortie	16,3	14,5	16,9	18,6	–	–	–	–	–	–	–	16,6

3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	7,42	7,56	7,67	7,40	–	–	–	–	–	–	–	7,88
Sortie	7,37	7,45	7,62	7,37	–	–	–	–	–	–	–	7,92

4. Conductivité électrique (CE)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	3380	3100	3540	3400	–	–	–	–	–	–	–	–
Sortie	2840	2650	3000	2620	–	–	–	–	–	–	–	–

5. Matière en suspension (MES)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	287	352	258	212	309	226	206	310	288	209	255	379
sortie	7,00	8,00	11,00	10,00	2,00	2,00	2,00	7,00	2,00	4,00	10,00	9,00

6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	210	340	240	180	300	220	260	250	200	220	230	290
sortie	6	5	7	12	8	9	13	9	9	8	8	4

7. Demande chimique en oxygène (DCO)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	440	591	388	314	510	406	446	520	355	419	424	542
Sortie	41,2	33,1	38,4	34,5	31,3	27,5	36,6	34	26,7	29	37,8	36,2

8. Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	2,8	4,2	2,7	0,6	8	0,7	0,6	8	1,6	9,7	4,4	2,8
sortie	2,7	0,8	1	1,2	0,9	1,1	0,8	0,9	0,8	0,7	0,5	0,6

9. N-NH₄

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	38,85	56,92	23,08	32,69	44,00	40,00	45,00	44,00	47,00	55,00	50,00	55,00
sortie	14,61	24,92	21,69	12,61	2,00	0	1,00	2,00	1,00	1,00	13,07	7,00

10.N-NH₂

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	0,41	0,26	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01
sortie	0,132	0,09	0,085	0,133	0,058	0,012	0,026	0,058	0,014	0,032	0,022	0,014

11.NT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	53,80	86,10	71,80	98,40	77,90	55,20	78,30	79,50	53,80	75,90	56,00	68,80
sortie	15,10	23,10	51,20	45,50	54,00	17,90	18,58	45,00	7,32	16,50	17,10	25,80

12.PT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	20,40	23,40	16,20	13,50	17,60	19,90	30,60	16,20	17,00	29,20	28,90	21,70
sortie	8,73	3,53	9,06	8,26	2,09	11,04	15,30	4,00	4,09	8,76	10,20	9,12

3. Les paramètres d'analyses à l'année 2019

1. Le débit

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	52722	33486	51877	55419	64905	61704	51121	46258	46619	63689	66864	64534
Sortie	53001	31246	50494	53270	63047	60620	51210	47129	44681	61758	67341	66413

2. La température (T)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	17,5	17,5	16,9	18,1	21,1	23	25,8	26,9	–	–	16,6	16,9
Sortie	16,9	16,9	17,1	18,2	21	23,3	26,7	27	–	–	16,6	16,7

3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	–	–	7,08	–	6,95	7,57	7,54	7,59	7,56	7,70	7,36	7,34
Sortie	–	–	6,86	–	7,05	7,63	7,70	7,74	7,62	7,74	7,33	7,35

4. Matière en suspension (MES)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	204	284	194	358	307	326	327	525	420	261	282	215
sortie	6,00	7,00	12,50	7,00	16,00	11,00	10,00	10,00	4,00	5,00	9,25	7,58

5. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	90	180	110	290	210	290	252	470	320	190	207	232
sortie	3	5	3	3	9	7	9	11	9	7	6	7

6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	200	370	200	498	571	–	–	–	–	–	428	511
Sortie	27,4	39,2	18	10	26	–	–	–	–	–	26,7	21,73

7. Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	2,5	2,2	2,8	2,5	46,9	16,4	12,8	63,6	17,7	15,2	2,6	6,05
sortie	0,5	0,1	3,8	2,6	9	0,7	3,7	14,7	1	0,97	0,9	0,5

8. N-NH₄

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	37,00	32,00	45,00	34,00	55,00	47,00	37,50	36,00	43,50	41,00	39,25	55,00
sortie	0	0,22	0,25	1	0	1	1,5	0	0	0	0,5	0

9. N-NH₂

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	0,02	0,01	–	0,10	0,10	0,20	0,46	–	–	–	0,07	0,02
sortie	0,005	0,012	–	0,108	0,056	0,017	0,023	–	–	–	0,01	0,02

10.NT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	31,70	56,50	47,30	69,80	50,20	58,70	57,95	65,20	64,20	51,70	51,63	91,55
sortie	12,95	16,90	20,70	46,40	27,70	9,48	9,40	29,70	24,14	6,76	11,13	3,98

11.PT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	8,84	13,50	2,45	10,50	4,54	–	–	–	–	–	19,60	29,35
sortie	2,03	3,96	3,25	37,00	20,30	–	–	–	–	–	4,73	5,62

4. Les paramètres d'analyses à l'année 2020

1. Le débit

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	68753	57599	65486	45865	54203	47692	50448	54232	53645	63213	56597	63905
Sortie	71163	56547	63826	44061	54011	48743	48155	51330	51442	62442	56535	62728

2. La température (T)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	14,1	19,6	14,1	–	–	–	24,4	26,35	25,7	22,81	19,99	17,30666667
Sortie	13,9	19,7	21	–	–	–	25	27,25	25,79	22,83	19,83	17,15555556

3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	7,41	7,35	7,47	7,35	7,56	7,48	7,54	7,73	7,32	7,37	7,59	7,75
Sortie	7,40	7,47	7,52	7,07	7,65	7,62	7,56	7,40	7,39	7,44	7,61	7,70

4. Matière en suspension (MES)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	295	310	189	282	460	351	287	262	203	216	271	348
sortie	8,11	4,00	2,67	6,90	10,13	11,20	7,02	6,00	2,42	3,54	3,54	7,28

5. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	258	267	130	185	335	345	303	230	130	182	229	240
sortie	4,00	5,00	4,00	5,00	11,00	9,00	11,00	10,00	8,00	7,00	6,00	8,00

6. Demande chimique en oxygène (DCO)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	450	482	319	383	692	657	428	470	246	278	422	465
Sortie	30,85	25	17,15	18,95	31,55	35,6	28,2	28,35	24,45	24,98	29	29,95

7. Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	5,77	6,15	0,9	2,1	2,2	10,9	2,6	0,3	3,85	1,38	2,5	1,85
sortie	2,17	0,75	0,6	0,2	0,3	0,65	1,6	2,7	5,1	4,41	5	1,75

8. N-NH₄

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	54,33	36,00	27,00	55,00	55,00	52,00	17,00	51,00	35,00	32,00	27,00	–
sortie	0,67	0	1,00	1,00	1,00	0	0	1,00	0	1,5	1	–

9. N-NH₂

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	0,03	0,04	0,18	0,18	0,00	0,02	0,05	0,24	0,37	0,12	0,102	0,102
sortie	0,013	0,024	0,227	0,008	0,009	0,04	0,01	0,057	0,07	0,05	0,073	0,0665

10.NT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	69,53	109,10	45,60	45,10	78,70	56,20	27,80	58,50	47,00	54,85	–	–
sortie	11,83	9,10	3,32	2,68	1,86	3,33	5,03	9,92	9,57	13,94	–	–

11.PT

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Entrée	25,20	23,20	9,15	45,20	27,10	23,40	11,90	29,20	17,10	13,99	17,8	21,65
sortie	3,22	8,40	9,05	7,42	4,80	12,60	10,90	10,30	8,99	8,24	3,92	2,23

5. Les paramètres d'analyses à l'année 2021

1. La température (T)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	16,96	17,5	17,1	15,5	18,1
Sortie	16,77	17,6	17,9	19,3	21,4

2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	7,62	7,61	7,59	7,76	7,68
Sortie	7,21	7,31	7,27	7,37	7,53

3. Conductivité électrique (CE)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	/	2588	2593	2505	2523
Sortie	/	2342	2296	2225	2239

4. Oxygène dissous (OD)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	/	1,93	1,15	1,61	0,34
Sortie	/	7,99	7,68	7,51	7,65

5. Matière en suspension (MES)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	280,1	274	286	215	282
Sortie	5,7	7	12	19	8

6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	202	280	253	195	330
Sortie	5,2	6	4	7	7

7. Demande chimique en oxygène (DCO)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	467,5	444	479	365	596
Sortie	30,95	30,4	31,6	37,2	34,6

8. Analyse des Nitrates (NO₃⁻)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Entrée	1,6	1,25	3,2	2,1	0,85
Sortie	1,45	3,2	5,3	4,3	1

6. Tableau des valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal officiel de la République Algérienne, 2006)

Paramètre	Unités	Valeur limites
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	Mg/l	35
DBO ₅	Mg/l	35
DCO	Mg/l	120

7. Tableau des normes physico-chimiques de rejets de l'organisation mondiale de santé OMS (1989).

Paramètre	Unités	Valeur limites
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
O₂	Mg/l	5
MES	Mg/l	30
DBO₅	Mg/l	30
DCO	Mg/l	90

Résumé

L'épuration des eaux usées à boues activées est un traitement naturel et biologique intensif à culture libre qui fonctionne à une faible charge avec une aération prolongée. Avant chaque traitement, l'eau polluée passe d'abord par des sites où les grands déchets, sables et graisses sont éliminés, on parle du prétraitement. Après cette élimination, l'épuration aura lieu grâce à des micro-organismes présents dans les eaux usées, les bactéries épuratrices effectuent le métabolisme pour dégrader la matière carbonée et azotée dans deux milieux aérobies et anaérobies au sein du cœur de la STEP qui est le bassin biologique où on trouve un mélange homogène des floccs bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte). Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur, destiné à séparer l'eau épurée (qui seront rejetés enfin en milieu aquatique) des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin biologique pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues.

Mots clés : épuration, eaux usées, boues activées, aération, micro-organismes, matière carbonée et azotée, STEP, liqueur mixte, eau épurée.

Abstract

Activated sludge wastewater treatment is an intensive natural and biological free-growing treatment that operates at a low load with prolonged aeration. Before each treatment, the polluted water first passes through sites where large waste, sand and fats are eliminated, we talk about pretreatment. After this elimination, the purification will take place thanks to microorganisms present in the wastewater; the purifying bacteria carry out the metabolism to degrade the carbonaceous and nitrogenous matter in two aerobic and anaerobic environments within the heart of the STEP, which is the biological basin where there is a homogenous mixture of bacterial flocs and wastewater (mixed liquor). After sufficient contact time, the mixed liquor is sent to a clarifier, intended to separate the purified water (which will finally be discharged into an aquatic environment) from the sludge. These are recycled in the biological basin to maintain a sufficient concentration of purifying bacteria. The excess (secondary sludge in excess) is extracted from the system and evacuated to the sludge treatment.

Keywords: sewage, wastewater, activated sludge, aeration, microorganisms, carbon and nitrogen material, STEP, mixed liquor, purified water.