

العلمي البحث و العالي التعليم وزارة

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

الساحل تهيئة و البحر علوم العليا الوطنية المدرسة

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER
OPTION : ENVIRONNEMENT**

Thème :

**Suivie de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées
de la station d'épuration et leur effet sur l'environnement marin**

Etude de cas « STATION DE BOUMERDES »

Présenté par :

M^{elle} Djabourabi .F.Zohra

M^{elle} Ghezali Yousra

Soutenues le 28-09-2015 devant le jury suivant :

Mr REFFES.W

Maitre de conférences A, ENSSMAL

Président

Mr DRICHE.M

Maitre de conférences B, ENSSMAL

Promoteur

M^{me} KHALIFA.N

Maitre-assistant A, ENSSMAL

Examinatrice

Année universitaire : 2015-2016

العلمي البحث و العالي التعليم وزارة

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

الساحل تهيئة و البحر علوم العليا الوطنية المدرسة

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER
OPTION : ENVIRONNEMENT**

Thème :

**Suivie de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées
de la station d'épuration et leur effet sur l'environnement marin**

Etude de cas « STATION DE BOUMERDES »

Présenté par :

M^{elle} Djabourabi .F.Zohra

M^{elle} Ghezali Yousra

Soutenues le 28-09-2015 devant le jury suivant :

Mr REFFES.W	Maitre de conférences A, ENSSMAL	Président
Mr DRICHE.M	Maitre de conférences B, ENSSMAL	Promoteur
M^{me} KHALIFA.N	Maitre-assistant A, ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2015-2016

Remerciements

Avant tous nous tenons à présenter nos sincères remerciements au bon dieu le Miséricordieux de nous avoir donné la santé, le courage, la patience et la volonté durant tout le cursus de nos études.

Nous tenons à remercier vivement Mr DRICHE. M pour la confiance qu'il nous a accordé en acceptant de nous encadrer ; pour sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoires de fin d'études, pour son aide, ses critiques et suggestion, qui ont été pour nos un grand apport.

Nous adressons également nos remerciements et notre profond respect pour M^{me} BENHAMOU qui nous a soutenue et encouragée tout le long de ce travail

Nous exprimant notre gratitude à l'ensemble du jury : à Mr REFFES W pour avoir accepté la précédence du jury de notre soutenance, ainsi qu'à M^{me} KHALIFA .N Y pour nous avoir fait l'honneur de participer au jury.

Ainsi que tous nos enseignants qui ont si soigneusement partagé leur connaissances en science de la mer, passion qui nous a tous réunis a l'ENSSMAL ; sans oublier tous les autres employé de l'école spécialement ceux du laboratoire pour l'aide qu'ils nous ont octroyé.

En outre, la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien moral et affectif de nos parents. Nous remercierons nos parent pour leur appui et leur dévotion durant toutes ces années et qu'ont espèrent qu'ils seront toujours fiers de nous.

Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, puissent trouver ici, toute notre reconnaissance, spécialement l'équipe du laboratoire du SEAAL d'el kouba

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mes frère et sœurs : Oum kalthoum,khaoula, kaouther,Djalel .. Qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage

A la fleur de mon cœur lyna que dieu la protège et la garde pour nous

A toute ma famille et mes amis qu'ils veuillent ici un témoignage de ma profonde affection générosité et surtout pour mon binôme Yousra et ma très chers amie Sabrina

Mes professeurs de l'ENSSMAL qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis

A toutes personnes qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de cette année

Dédicace :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

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

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à mes deux frères Ahmed et Yacine ainsi que mes petites sœurs Amel et sérine, Messaouda et à toute ma famille et bien entendue nos voisins que je n'oublie pas, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de cœur, toi ma chère binôme Zahra, Farida et Wafa.

Ghezali Yousra

Sommaire

Introduction générale.....	20
----------------------------	----

1^{er} partie : Synthèse bibliographique

chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Introduction	24
I.1 Définition	24
I. 2 Origine et composition des eaux usées	24
I.2.1 Eaux domestiques	24
I.2.2 Eaux industrielles	24
I.2.3 Eaux pluviales	25
I.2.4 Eaux agricoles	25
I.3 Réseaux de collectes.....	25
I.3.1 Réseaux unitaires	25
I.3.2 Réseau séparatif.....	25
I.4 Caractéristique des eaux usées	25
I.4.1 Paramètres organoleptiques.....	25
I.4.1.1 La couleur	25
I.4.1.2 L'odeur.....	26
I.4.1.3 le gout.....	26
I.4.2 Paramètres physiques	26
I.4.2.1 La température.....	26
I.4.2.2 Le potentiel d'hydrogène	26
I.4.2.3 Turbidité	27
I.4.2.4 Matières En Suspension (MES)	27
I.4.3 Paramètres chimiques	27
I.4.3.1 L'oxygène dissous	27
I.4.3.2 La DBO (la demande biochimique en oxygène)	28
I.4.3.3 DCO (demande chimique en oxygène)	28
I.4.3.4 Matière oxydable	28

I.4.3.5 Le COT (carbone organique total).....	28
I.4.3.6 L'azote et le phosphore	29
a) L'azote.....	29
b) Le phosphore.....	29
I.4.4 Les micropolluants.....	29
I.4.4.1 Les métaux lourds	29
I.4.4.2 Huiles et Hydrocarbures	30
I.5 Caractéristique biologique	30
I.5.1 Indicateur microbiens	30
I.5.2 Les germes pathogènes	31
I.6 Equivalent d'habitant	31
I.7 L'impact des eaux usées sur l'environnement	32
I.7.1 Impacts sur les eaux de surfaces	32
I.7.2 L'impact sur les eaux souterraines	32
I.7.3 L'impact sur le sol	33
I.7.4 Impact sur la santé	33
I.8 La législation sur les eaux usées	33
a) Normes internationales	33
b) Normes algériennes	34
Conclusion	35

Chapitre II : Procèdes de traitement des eaux usées

Introduction	37
II.1 Les procède de traitement des eaux usées	37
II.1.1 Les prétraitements	37
II.1.1.1 Le dégrillage.....	37
II.1.1.2 Le tamisage	38
II.1.1.3 Le dessablage	38
II.1.1.4 Deshuilage-Degraissage	38
II.1.2 Le traitement primaire	38
II.1.3 Traitement secondaire	39
II.1.3.1 Les cultures libres	39

a) Les Boues activées	39
b) Le lagunage	40
II.1.3.2 Les cultures fixées.....	40
a) Le lit bactérien.....	40
b) Le bio filtre.....	40
II.1.4 Traitement tertiaire	40
II.2 Traitement des boues	41
II.2.1 Le type de boues	41
II.2.1.1 les boues physico-chimiques	41
II.2.1.2 les boues primaires	41
II.2.1.3 Les boues secondaires ou biologiques.....	41
II.2.2 Les différentes filières de traitements de boues	42
II.2.2.1 Epaissement	43
II.2.2.2 Stabilisation.....	43
II.2.2.3 Déshydratation.....	43
II.2.2.4 Conditionnement.	44
II.2.3 Filières d'élimination des boues résiduaires urbaines	46
II.2.3.1 La mise en décharge contrôlée	46
II.2.3.2 L'incinération	46
II.2.3.3 Epannage direct sur le sol	46
Conclusion	47

Chapitre III : Rentabilisation et valorisation des déchets d'une SETP

Introduction.....	49
III.1 Valorisation des eaux usées épurées (irrigation).....	49
III.1.1 Situation de l'irrigation en Algérie	49
III.2 Valorisation des boues activées	50
III.2.1 La valorisation du biogaz	52

2^{ème} Partie : Etude Expérimentale

Introduction	55
IV.1 Localisation géographique	55
IV.2 Etude du Fonctionnement de la STEP de Boumerdes.....	57

Chapitre V : Matériels et méthodes

Introduction.....	61
V.1 Le choix des stations	61
V.2 Prélèvement et échantillonnage.....	62
V.3 Analyse paramètres physico-chimiques	63
V.3.1 Mesure in situ	63
V.3.1.1 La température (°C)	63
V.3.1.2 Potentiel d'hydrogène (pH)	63
V.3.2 Mesure de laboratoire	63
V.3.2.1 Conductivité	63
V.3.2.2 Matière en suspension (MES)	64
V.3.2.3 Matière organique particulaire (MOP)	65
V.3.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO)	65
V.3.2.5 La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	67
V.4 Analyse microbiologique	68
V.4.1 Le matériel utilisé	68
V.4.2 Recherche des Coliformes totaux, Recherche des Entérocoques, selon la méthode alternative IDEXX	69
V.4.3 Recherche des sulfito-reductrices	70
V.4.4 Recherche des staphylocoques	71
Conclusion	71

Chapitre VI : Résultats et Discussion

Introduction	76
VI.1 Paramètres physico-chimiques	76
VI.1.1 La température	76
VI.1.2 Le potentiel d'hydrogène (pH)	77
VI.1.3 La conductivité électrique CON μ S/cm	78
VI.1.4 Matière en suspension (MES)	78
VI.1.5 La matière organique particulaire (MOP)	79
VI.1.6 La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	80

VI.1.7 La demande chimique en oxygène (DCO)	80
VI.1.8 Rendement d'épuration en DBO ₅	81
VI.1.9 Rendement d'épuration en DCO	82
VI.1.10 Rendement d'épuration en MES	82
VI.2 Les paramètres bactériologiques	83
VI.2.1 Les coliformes totaux (CT)	83
VI.2.2 Les coliformes fécaux (CF)	84
VI. 2.4 Les entérocoques ou streptocoques totaux (ST)	84
VI.2.5 Les entérocoques ou streptocoques fécaux (SF)	85
VI.2.6 Les clostridium sulfito-réducteurs (CSR)	86
Conclusion	86
Conclusion générale	87

La liste des tableaux

Tableau n°1 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JORADP, 2006)

Tableau n° 2: Réutilisation des eaux usées épurées pour la STEP de Boumerdes en mai, 2015

Tableau n°3: Intérêt de la méthanisation des boues.

Tableau n°4: Qualité d'eau à traiter.

Tableau n°5: Récapitulatif des principales caractéristiques de la STEP de Boumerdes.

Tableau n° 6: Les normes de rejets des eaux épurées.

Tableau n°7: Valeurs typiques de DCO (Bliffer et Perraud, 2001).

Tableau n°8: Valeur typique de la DBO₅ (Bliffer et Perraud, 2001).

La Liste des figures

Figure II.1: schémas de processus de traitement biologique des eaux résiduaires.

Figure II.2 : Différentes filières de traitement des boues résiduaires.

Figure IV.1 : Schéma général de la STEP de Boumerdes.

Figure IV.2 : image satellitaire de la STEP de Boumerdes (Google earth, 2015).

Figure IV.3 : Chaîne de traitement d'épuration des eaux usées urbaines au niveau de la station de BOUMERDES.

Figure IV.4: L'embouchure d'Oued TATREG à l'eau de mer (Google earth, 2015).

Figure V.1 : Localisation des stations de prélèvement d'eau pour les analyses physico-chimique et bactériologiques.

Figure VI.1: La variation de la température($T^{\circ}\text{C}$) dans les différentes stations.

Figure VI.2: Variation du potentiel hydrogène (pH).

Figure VI.3: Variation de la conductivité.

Figure VI.4 : Variation de la matière en suspension (MES).

Figure VI.5 : Variation de la matière organique (MOP).

Figure VI.6 : Variation de la demande biologique en oxygène(DBO_5).

Figure VI.7 : Variation de demande chimique en oxygène (DCO).

Figure VI.8 : Rendement d'épuration en DBO_5 (%) de la STEP.

Figure VI.9 : Rendement d'épuration en DCO (%) de la STEP.

Figure VI.10 : Rendement d'épuration en MES (%) de la STEP.

Figure VI.11 : Variation des concentrations moyennes des coliformes totaux en fonction des différentes stations.

Figure VI.12: Variation des concentrations moyennes des coliformes fécaux en fonction des différentes stations.

Figure VI.13 : Variation des concentrations moyennes des streptocoques totaux en fonction des différentes stations.

Figure VI.14 : Variation des concentrations moyennes des streptocoques fécaux en fonction des différentes stations.

Figure VI.15 : Variation des concentrations moyennes de clostridium sulfito-réducteurs (CSR) en fonction des stations.

STEP : Station d'épuration

pH : Potentiel d'hydrogène

NTU: Nephelometric turbidity Unit

JTU: Jackson turbidity Unit

FTU: Formazine turbidity Unit

MES: Matière en suspension

MVS: Matière volatile sèche

DBO : Demande biochimique en oxygène (mg/l)

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène à 5 jours (mg/l)

DCO : Demande chimique en oxygène (mg/l)

MatO : Matière oxydable

MOP : Matière organique particulaire

COT : Carbone organique total

NH₃ : Ammoniac

NH₄⁺: Ammonium

NO₃⁻ : Nitrate

NO₂⁻ : Nitrite

N_{GL}: Azote global

NTK: Azote Kjeldahl

Pb: Plomb

As: Arsenic

Hg: Mercure

Cd: Cadmium

Ni: Nickel

MA: Matière azotées

MP: Matière phosphorées

OMS : Organisation mondial de santé

SAR : Rapport d'absorption de sodium

C : Carbone

N : Azote

P : phosphore

Cl₂ : Chlore

ClO₂ : Dioxyde de chlore

O₃ : Ozone

Br₂ : Brome

I₂ : Iode

KMnO₄ : Permanganate de Potassium

NaOH : Hydroxyde de sodium

K₂Cr₂O₇ : Dichromate de potassium

H₂SO₄ : Acide sulfurique

AgSO₄ : Sulfate d'argent

Fe(SO₄)₂(NH₄)₂·6H₂O : Sulfate de fer et d'ammonium

U.V : Ultra –violet

CT : Coliforme totaux

CF : Coliforme fécaux

ST : Streptocoque totaux

SF : Streptocoque fécaux

CSR : Clostridium sulfito-reductrice

NPP : Nombre le plus probable

UFC : Unité format colonie

ONPG : ortho-nitrophenyl β -D-galactopyranoside (Substrat spécifique pour l'identification des bactéries coliforme)

MUG: 4-methyl-umbelliferyl β -D-glucuronide : substrat spécifique pour l'identification d'E. Coli

MUD : 4-methyl-umbelliferyl β -D-glucoside : substrat spécifique pour l'identification des entérocoques

EE : Eau épurée

EB : Eau brute

EUB : Eau usée brute

AFNOR : Association Française de normalisation

ISO 14001 : c'est une norme qui concerne le système d'aménagement et de l'environnement

Introduction générale

Introduction générale

En moins d'un siècle la population a été multipliée par trois et la consommation d'eau par six. Depuis cent ans la consommation d'eau pour les usages industriels a été multipliée par trente. Face à cette consommation accrue, des disparités s'imposent ; douze % de la population mondiale, celle des pays développés utilisent quatre-vingt-cinq % de l'eau consommée chaque année dans le monde et aujourd'hui, plus de 1.5 milliards de personnes n'ont pas accès à une eau potable saine (**Laimè, 2003**).

Les villes des pays en voies de développement sont soumises d'une part à une expansion démographique forte et d'autre part aux conséquences de l'exode rural. Ces facteurs augmentent la consommation d'eau et les besoins de gestion des rejets d'eaux usées. La pression démographique sur le sol autorise de moins en moins l'élimination des excréments et des eaux usées par les techniques de l'assainissement individuel. L'environnement urbain et les récepteurs naturels deviennent de plus en plus fragiles et sa protection est depuis longtemps devenue un enjeu économique et politique majeur. Parmi les priorités figure la sauvegarde des ressources en eau. L'eau est nécessaire à la vie et à l'activité humaine mais la demande en eau n'est pas uniforme d'une région du globe à l'autre et la disponibilité des ressources encore moins. En Algérie, les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eau urbaine, industrielle dans les milieux récepteurs. Ces rejets peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble (**Degrement, 2005 ; Von sperling, 2007**). Le traitement des eaux usées s'avère indispensable afin de lutter contre leurs effets nocifs. Différents procédés de traitement sont utilisés qu'ils soient biologique (lagunage naturel ou aère, boues activées ou lits bactériens), physico-chimiques (coagulation-floculation, précipitation ou l'oxydation)... (**Edeline, 1997 ; Degrement, 2005**). De par ces excellentes performances le traitement des eaux usées s'accompagne de production de quantité non négligeable de déchets traités (eaux et boue) qui vont être rejetés directement dans le milieu naturel (oued, eau de mer).

L'une des principales sources de contamination de la plage de la ville de Boumerdes est les eaux apportées par l'oued TATAREG

Bien qu'il existe une station d'épuration à boue activées à Boumerdes qui fonctionne selon la norme ISO 14001 et qui assure l'épuration des eaux de **Tijelabine**, de **Corso** et de la ville de **Boumerdes**, ces derniers vont se rejeter dans l'Oued TATAREG. Or ceci peut bien être la cause de la contamination de l'eau de mer où ils déversent.

L'objectif principal de cette étude est le suivi des rejets des eaux usées épurées et d'évaluer leur qualité physico-chimique et bactériologique depuis leur rejet jusqu'à leur destination finale l'eau de mer.

Pour cela des analyses physico-chimique et bactériologique des eaux ont été réalisées à travers un ensemble de prélèvements durant la période de notre stage pratique.

Ce travail se résume en deux volets :

- ✚ Une première partie bibliographique qui regroupe le nécessaire des connaissances théorique et cela se présente en trois chapitres :

Chapitre 1 : Consacré d'une part à la connaissance, la constitution ainsi que l'origine des eaux usées et d'autre part sur la description des paramètres physico-chimiques et microbiologiques ainsi que les normes de rejet en vigueur en Algérie.

Chapitre 2 : Décrit les différentes étapes de traitements qui doivent avoir les eaux usées avant d'être rejetés dans le milieu naturel

Chapitre 3 : résume la valorisation qui couvre les différents déchets (eau et boue) issus de la STEP.

- ✚ La seconde partie c'est la partie expérimental qui s'intéresse au suivi des eaux épurées de station d'épuration cas de STEP de Boumerdes jusqu'à leur destination finale la mer. Ceci va être représenté en trois chapitres.

Chapitre 4 : présentations de la zone d'étude, et l'étude de fonctionnement de STEP de Boumerdes

Chapitre 5 : Consacré aux matériels et méthodes des paramètres physico-chimique (T°C, pH, MES, MOP, DCO, DBO) et Bactériologiques (Coliforme totaux, Coliforme fécaux, Staphylocoque, Entérocoque et bactéries Sulfite-réductrice (clostridium))

Chapitre 6 : Présente les résultats et leur interprétation

Nous terminons par une conclusion générale.

1^{er} Partie :

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

Généralité sur les eaux usées

Introduction

L'eau est l'élément dans lequel les premières formes ont émergé, elle figure au premier plan des ressources primordiales pour la vie de l'homme. La dégradation sans cesse accrue de cette ressource a pris au cours de ces dernières décennies une ampleur catastrophique et constitue une des dimensions environnementales les plus préoccupantes du 21^{ème} siècle.

I.1) Définition :

Les eaux usées appelées aussi eaux résiduaires ou effluents, sont des eaux qui ayant subi une altération et une transformation de leurs propriétés naturelles après usage, on englobe aussi les eaux de pluie qui s'écoulent dans la canalisation des eaux usées. (**Perraud et Bliffer, 2001**).

I.2) Origine et composition des eaux usées

I.2.1) Eaux domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau, elles sont porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en :

- **Eaux de vannes** : il s'agit d'eau de toilette, chargée en matière organique azotée, les germes fécaux, des contaminants divers tels que les médicaments et un nombre infini de polluants.
- **Eaux ménagères** : ils ont pour origine les eaux de cuisine et les salles de bain, elles sont riches en détergent, de graisses, solvant (**Gomella et Guerrè, 1978**).

I.2.2) Eaux industrielles :

Elles sont tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique qualifiés de rejets industriels. Elles concernent les rejets des usines ainsi que d'autres activités artisanales et commerciales. (**Baumont Samuel, 2005**).

Elles sont riches en matière toxique, solvants, métaux lourds, micropolluants organiques

Elles doivent passer par un prétraitement par les industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (**Gaujous, 1995**).

I .2.3) Eaux pluviales :

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'utilisation humaine, car elles sont très douces. Mais, dans les zones industrielles où l'atmosphère est contaminée par les poussières, les métaux lourds (Pb, Hg, Zn...) et les gaz toxiques sa pureté devient moindre. (Cardot, 1999)

I .2.4) Eaux agricoles :

C'est une source de pollution importante.il s'agit de rejet liquide agricole issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraîne des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.(Baumont samuel,2005)

I .3) Réseaux de collectes :

Le réseau d'assainissement comporte deux types de réseau :

I .3.1) Réseaux unitaires :

Un seul collecteur assure le transport d'eaux usées et eaux pluviales, le volume et la qualité de l'eau qui arrivent à la station est très variable. Des ouvrages de déviations (réservoir et déversoir d'orage) sont repartis sur le réseau pour éviter qu'un débit supérieur à sa capacité n'arrive à la station. (Baumont samuel, 2005)

I .3.2) Réseau séparatif:

Deux réseaux sont mis en place, l'un pour collecter les eaux usées et l'autre pour les eaux de ruissellement. Seules les eaux usées qui arrivent à la station d'épuration pour le traitement, et les eaux de pluies sont rejetées directement sans traitement. (Baumont samuel, 2005)

I .4) Caractéristique des eaux usées :

I .4.1) Paramètres organoleptiques :

I .4.1.1) La couleur :

La couleur de l'eau est un paramètre qui reflète l'existence des pollutions organiques et ou minérales. Le degré de la couleur d'une eau dépend non seulement de la concentration en matières colorantes mais aussi de son pH et de sa turbidité.

I 4.1.2) L'odeur :

Propriété organoleptique par l'organe olfactif en <<flairant>> certaines substances volatiles (AFNOR, 1999), ces substances sont des substances inorganique comme le chlore ou le sulfure d'hydrogène H₂S ou organique comme les esters ou les composés aromatiques dus à la décomposition animale et végétale ou encore dus à la pollution. (Monique henry, 1992)

I 4.1.3) Le gout :

Ensemble complexe des sensations olfactives, gustatives perçues au cours de la dégustation. (AFNOR, 1999)

I .4.2) Paramètres physiques:

Le phénomène de la pollution se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. Un des moyens d'études de la pollution consistera à mesurer ces paramètres par des méthodes d'études et analyses spécifiques à chaque paramètre. (Gaujous, 1995).

I .4.2.1) La température(C°) :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques. (Rodier et al, 1984)

I .4.2.2) Le potentiel d'hydrogène

- ✓ le pH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions H⁺ :
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.
- ✓ Une mesure de pH, différente de la valeur habituelle du cours d'eau, peut-être l'indice d'une arrivée de pollution, en générale industrielle, en amont du point de mesure.
- ✓ Le pH varie légèrement selon la température. L'analyse doit donc s'effectuer à 25° C ou avec un pH-mètre avec compensateur automatique de température. (Rodier et al, 1996).

I .4.2.3) Turbidité :

La turbidité est définie comme la réduction de la transparence de l'eau par la présence de matière non dissoute (**Blum et al, 2014**) elle est mesuré :

- soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil de platine) ; elle est alors exprimée en mètre.
- soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, formazine) ; elle est alors exprimée en mg/l de silice, de mastic, ... ou en unité (NTU, Nephelometric Turbidity Unit, ou JTU -Jackson ou FTU, Formazine-). (**Gaujous, 1995**).

I .4.2.4.1) Matières En Suspension (MES) (mg/l) :

Les MES représentent l'ensemble des matières solides et colloïdales floculées, organiques ou minérales, contenues dans une eau usée et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation. (**Bassompierre cindy, 2007**)

La quantité de matière en suspension varie selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux, ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et par suite la photosynthèse. La matière en suspension est exprimée en mg/l (**De villers et al., 2005**)

I .4.3) Paramètres chimiques :

La qualité chimique de l'eau peut être défini par un grand nombre de paramètres clé décrivant l'état d'oxygénation de l'eau, la pollution organique ainsi que la charge en nutriment ...

I. 4. 3.1) L'oxygène dissous (mg/l):

C'est la concentration de l'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans l'eau ,la solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la Température, la pression atmosphérique (la latitude)et la minéralisation de l'eau ,l'oxygène disponible est limité à une solubilité de 8.8mg/l a 20°C qui décroît avec la température et la présence des polluants ,il est mesuré par la méthode de Winkler 1888 basé sur la fixation chimique de l'oxygène et son dosage colorimétrique. (**Gisel Baok, 2007**).

I 4.3.2) La DBO (la demande biochimique en oxygène) mg/l:

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organisme. Par convention la DBO est obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C à l'abri de la lumière et à l'air : c'est la DBO₅. Cette méthode est utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, en donnant une approximation de la charge en matière organique biodégradable, elle est exprimée en mg d'O₂ consommé. (Rodier et al., 1984)

I 4.3.3) DCO (demande chimique en oxygène) mg/l:

C'est la quantité d'oxygène consommé par les matières existantes dans l'eau et oxydable par voie chimique par un oxydant dans les conditions opératoires. (Gisel Baok, 2007).

Elle offre une estimation de la matière oxydable dans l'eau. la DCO est réalisé plus rapidement que la DBO, elle donne une image de la matière organique présente, elle s'exprime en mg/l.

I 4.3.4) Matière oxydable :

La matière organique ou oxydable, elle est naturellement présentes dans l'eau mais a des faibles concentrations, Si il y'en a plus, il y a une pollution provenant de rejet d'eau usées domestique mal épurée ou effluent agricole...

La matière organique se définit à partir de la DBO et la DCO, selon la formule :

$$\text{MatO} = (2 * \text{DBO}_5 + \text{DCO}) / 3$$

I 4.3.5) Le COT (carbone organique total) mg/l :

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques a plusieurs états d'oxydation dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimique (DCO) ou biologique (DBO). (Rodier et al , 1996)

Le COT ne représente que le carbone présent dans les composés organiques, contrairement à la DBO, il détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement, qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau. (Bliffer et Perraud, 2001)

I.4.3.6) L'azote et le phosphore :

L'azote (mg/l) :

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des acides aminés. Le plus souvent, ces produits ne se retrouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque (**NH₄**), nitrates (**N₀₃**), nitrites (**N₀₂**)), il constitue la majeure partie de l'azote total. Le dosage de l'azote Kjeldahl (**NKT**) ne permet pas de déterminer l'azote total mais seulement les composés non oxydés de l'azote.

$$N \text{ total} = N_{NH4} + N \text{ organique} + N_{N02} + N_{N03}$$

a) Phosphore (mg/l) :

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Les eaux de surface peuvent souvent être contaminées par des rejets domestiques, agricoles ou industriels.

Le phosphore existe à l'état minéral ou organique. Chaque fraction peut être séparée analytiquement en ortho-phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

I.4.4) Les micropolluants

Les micropolluants sont des éléments présents en quantités infinitésimale dans les eaux usées, le manque de connaissances de l'opinion publique sur leurs effets à longs termes incite à analyser la présence et la nature de ces micropolluants dans les eaux usées (**Benallaoua, 2013**).

Les micropolluants dont il est usuel de tenir compte dans les eaux usées sont les métaux lourds et les hydrocarbures.

I.4.4.1) Les métaux lourds :

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux, (de l'ordre de quelques µg/l) les plus abondants sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. Leur origine est multiple :

ils proviennent : des produits consommés au sens large par la population, de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement, des eaux pluviales dans le cas de réseau unitaire, des activités de service (santé, automobile) et éventuellement de rejets industriels (**Baumont samuel, 2005**)

Les éléments les plus dangereux sont le plomb (Pb), l'arsenic (As), le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni).

I 4.4.2) Huiles et Hydrocarbures :

Les hydrocarbures sont des composés organiques constitués exclusivement d'atomes d'hydrogène de carbone, leur importance dans le domaine commerciale (utilisés comme carburants, huiles lubrifiantes et comme produits de base dans la synthèse pétrochimiques) a fait que ces derniers ont été responsables des plus importantes pollutions en milieu aquatique (**Benallaoua, 2013**).

La quantité rejetée d'hydrocarbures totaux dans les eaux résiduaires urbaines est de l'ordre de 50mg/l.

Les hydrocarbures en réseau unitaire et pluviales sont très variables : ils dépendent du trafic routier et surtout, des rejets industriels : les valeurs admissibles doivent être :

Milieu naturel < 5mg/l

I .5) Caractéristique biologique

Parmi les agents biologiques présents dans les eaux usées certains microorganismes comme les bactéries, virus, protozoaires et les helminthes. Ils proviennent dans leur immense majorité des matières fécales ; on distingue alors la flore entérique (*intestinale*) normale et les micro-organismes pathogènes. On ne parlera ici que de ces derniers. Ils ont des effets divers sur la santé, ils sont la cause d'infections bénignes (gastro-entérite par exemple) comme de maladies mortelles (cholera).

I .5.1) Indicateur microbiens :

La majorité des micro-organismes pathogènes sont d'origine fécale. En effet, pour contrôler ce type de pollution, on se base sur le choix de témoins nommés germes indicateurs où germes tests.

Le choix de ces indicateurs microbiens doit répondre à certaines exigences (**Papadakis, 1982**), qui sont :

- Être toujours présents.
- Être incapable de se multiplier dans le milieu.
- Être plus résistants que les germes pathogènes dans l'environnement.
- Être mis en évidence, dénombré et identifiés à l'aide des techniques simples.

Généralement les indicateurs les plus spécifiques de la contamination fécale directe sont :

Les coliformes totaux, Les coliformes fécaux

La présence de coliformes fécaux dans une eau, et plus particulièrement celle d'*Escherichia coli*; est considérée comme un bon indicateur d'une contamination fécale récente du milieu (Brisou et Denis, 1978).

I .5.2) Les germes pathogènes :

Certains des organismes aquatiques sont capables de proliférer dans un organisme supérieur, et en particulier l'Homme en provoquant chez ce dernier des troubles de santé grave et l'eau n'est qu'un moyen de transport et un vecteur de contamination

Les micro-organismes pathogènes rencontrés dans les eaux peuvent être de nature très différente. On prend comme exemples les micro-organismes pathogènes suivants :

Bactéries : *Legionella, Campylobacter, Helicobacter, Salmonelles*, la famille des Bacillaceae (genres *Bacillus* et *Clostridium*).

Virus : Rotavirus, Calcivirus ...

Protozoaire : **Sporozoaire** : *Cryptosporidium* (Baudin et al, 2007)

Ces genres proviennent le plus souvent des côtes polluées par les égouts, les effluents et d'autres sources de pollution.

I .6) Equivalent d'habitant :

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu.

Chacun est sensé utiliser 170 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml (Badia-Gondard, 2003).

I.7) L'impact des eaux usées sur l'environnement :

Normalement, la construction des systèmes d'égouts permet de collecter toutes les eaux d'une ville et de le déverser loin de contamination des eaux sources d'eau potable.

Généralement ces eaux sont déversées soit dans la mer pour la ville côtière soit dans les oueds dans la ville intérieure. (**Arouya, 2011**).

Cependant, l'augmentation des volumes de rejets et les flux polluants fait que le pouvoir auto-épurateur des eaux de surfaces devient largement suffisant pour recevoir toutes les eaux d'égout sans causer des effets néfastes sur la santé le sol et la couverture végétale.

I.7.1) Impacts sur les eaux de surfaces :

La totalité des rejets produits au niveau des villes côtières est déversée dans le milieu marin sans épuration. Cette situation conduit à moyen terme ainsi qu'à long terme, a une menace des ressources touristiques et halieutiques.

Le principal impact résulte de la contamination par des agents pathogènes des entendus d'eaux de surfaces, et cela va se répercuter sur la santé des consommateurs, par le biais de contact d'eau à usage récréatifs ou de consommation d'aliment contaminés (crustacés...)

D'importantes quantités de matières organiques biodégradables pénètrent dans les eaux de surface, qui cause un épuisement d'oxygène dissous, ce qui a des conséquences négatives sur les organismes aquatiques. (**L'OMS, 2012**).

Il existe aussi des éléments prouvant que l'enrichissement en nutriments des étendues d'eaux peut faciliter la croissance d'algues produisant des toxines dangereuses (**Chorus et Bartram, 1999**).

I.7.2) L'impact sur les eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont débarrassées particulièrement de micro-organismes qui sont retenus ou adsorbés au niveau des particules du sol. Mais souvent ces eaux contiennent des germes de contamination dus à l'insuffisance du pouvoir de filtration et à l'évacuation intensives d'eaux usées riches en élément nocifs (**Leclerc et Mossel, 1989**).ces eaux s'infiltrent dans les couches profondes, et provoquent des problèmes pour les eaux souterraines, en particulier, les nappes libres qui sont parfois très profonds de la surface du sol (**Jamet et al, 1996**).

I.7.3) L'impact sur le sol :

Le sol est un mélange complexe de substances minérales et organiques, à des concentrations variables. De ce fait, il est très difficile de donner des indications générales sur les polluants. Les effets observés dépendent non seulement des Caractéristiques physiques et chimiques des sols, mais aussi du type de culture, de climat, la qualité et du volume des eaux usées utilisées pour l'irrigation (OMS, 2011).

Les propriétés physiques du sol peuvent être modifiées par les pratiques d'épandages la connaissance de SAR (rapport d'absorption du sodium) de l'effluent est importante .il y a un danger si le SAR approche de la valeur 10 (Degrement,1989).outre la perte de la structure par l'apport de forte quantités en sodium ou autre éléments salinisant ,le sol peut être le siège d'accumulation d'élément traces au niveau des premières couches à cause de leur mobilités réduite ce qui peut conduire à la déstabilisation des équilibres biologiques et donc la stérilisation progressive du sol (Jellal,1996).

I.7.4) Impact sur la santé :

L'identification du risque éventuel est liée à la présence d'un large spectre de pathogène intestinaux dans les eaux usées .Ainsi l'isolement de ces dernier dans l'environnement (eau, sol, végétaux ...) est souvent pris comme risque pour la santé avoisinante (Boutin, 1981)

Par ailleurs, la transmission des pathogènes et l'intoxication par des substances chimiques peuvent avoir lieu selon deux modes :

-Par contact direct avec les eaux usées.

-Par contact indirect lors de l'ingestion des aliments qui fixent et amplifient le risque apporté par les eaux usées.

I.8) La législation sur les eaux usées :

a) Normes internationales :

Organisation internationales de la santé l'OMS publie des recommandations sur la qualité des eaux de l'alimentation .Au niveau européen, le texte de référence est la directive du conseil de l'Union européenne N°2000/60/CE du 23 octobre 2000, relative à la qualité des eaux destiné à la consommation humaine

L'un des principes essentiel adopté par l'OMS est de proposer des recommandations qui assurent le même niveau de protection qu'il s'agisse de l'alimentation en eau potable, de la réutilisation des eaux usées ou de la baignade (**Haddou., 2010**)

b) Les normes algériennes :

Le Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie EL Aoual 1427 correspondant au 19 avril 2006 section 1 article 3 les valeur limites maximales de rejet d'effluent fixées par ce décret sont regroupés dans le tableau n°1 :

Tableau n°1 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JORADP, 2006)

N°	Paramètres	Unité	Valeur limites	Tolérances aux valeurs limites ancienne installation
1	Température	C°	30	30
2	PH	--	6.5-8.5	6.5-8.5
3	MES	mg /l	35	40
4	Azote Kjeldah	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO ₅	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0.005	0.01
10	Cyanure	"	0.1	0.15
11	Fluor et compos	"	15	20
12	Indice de Phénols	"	0.3	0.5
13	Hydrocarbure totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0.2	0.25
16	Cuivre total	"	0.5	1
17	Mercure total	"	0.01	0.05
18	Plomb total	"	0.5	0.75
19	Chrome total	"	0.5	0.75

20	Etain total	"	2	2.5
21	Manganèse	"	1	1.5
22	Nickel total	"	0.5	0.75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chloré	"	5	7

Conclusion :

Les eaux usées collectées par le réseau d'assainissement contiennent de nombreux polluants provenant de la population, des activités industrielles ...

Ces eaux se caractérisent par des paramètres physico-chimiques, bactériologiques distinct qui vont permettre de détecter leur éventuel origines et de connaître le taux de la charge polluantes.

Avant que les eaux usées soient rejetées dans l'environnement elles doivent suivre des normes établies pour protéger les milieux récepteurs, afin d'éviter cela, ces eaux vont passer par une station d'épuration ou elles subissent plusieurs phases de traitements pour être conforme aux normes.

Chapitre 2 :

Procédés de traitement des eaux usées

Introduction :

La défaillance dans la gestion des eaux usées reste l'un des principaux facteurs qui entraîne des problèmes sanitaires et environnementaux, même si l'impact des eaux usées est dévastateur dans la nature peu d'importance a été attribué à l'assainissement de ces eaux usées. **(Hartani, 2004)** Les problèmes sanitaire et environnementaux provoquaient par ces derniers, démontrent la nécessité de leur traitement, qui est la première barrière contre les risques induits par les contaminants. Le but de ce dernier est de diminuer la charge polluante rejetée dans le milieu naturel et son épuration conduit à court et à long terme à la préservation et à la protection de l'environnement.

II.1) Les procédés de traitement des eaux usées :

L'ensemble des ouvrages de traitement utilisés s'appelle la filière de traitement, elle consiste à associer judicieusement différentes étapes pour satisfaire la qualité des eaux traitée compatible avec la qualité du milieu récepteur.

La station d'épuration comporte une étape de traitement primaire pour décanter les matières solides, suivie d'une étape de traitement secondaire visant à dégrader biologiquement la matière organique, et peut inclure des procédés tertiaires pour éliminer certains contaminants **(Degrémont ,1989)**

II.1.1) Les prétraitements :

Après collecte et acheminement des eaux usées vers les stations d'épuration, le processus d'épuration peut débuter. A ce stade, elles contiennent de nombreuses matières très hétérogènes, grossières... **(Anaelle pony, 2009)** Sur le plan mécanique les grilles ou tamis sont utilisés ainsi que des procédés physiques comme les phénomènes de décantation. **(Rejsek frank, 2002)**

II.1.1.1) Le dégrillage

Il permet d'éliminer les grosses particules transportées par les eaux **(Rejsek frank, 2002)**, son principe est simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Le nettoyage des grilles est réalisé généralement de façon automatique par un dispositif mécanique agissant en amont ou en aval du champ de la grille. (**Jean-claude boeglin, 2002**)

II.1.1.2) Le tamisage :

Le tamisage assure un dégrillage poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôle perforée à mailles plus ou moins fines.

On distingue classiquement, selon la dimension des mailles de la toile :

1. **Le macro-tamisage** : qui est destiné à retenir les particules supérieures à 200 μm
2. **Le micro-tamisage** : qui retient les particules plus petites, dont l'application aux prétraitements des eaux résiduaires est très limitée en raison d'un colmatage trop rapide (**Jean-claude Boeglin, 2002**)

II.1.1.3) Le dessablage :

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter les dépôts dans les conduites et canaux, et à protéger les pompes contre l'abrasion.

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200 μm . Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation. (**Jean-claude Boeglin, 2002**)

II.1.1.4) Deshuilage-Degraissage :

Il consiste à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de nature très diverse et leur quantité s'estime par des « matières extractibles par solvants », par ailleurs ces matières peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée. Les huiles et les graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages longitudinaux ou circulaires comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.. (**Jean-claude Boeglin, 2002**)

II.1.2) Le traitement primaire :

Après le prétraitement, il subsiste dans l'eau une charge polluante dissoute ainsi que des matières en suspension.

Ce traitement primaire consiste à une **décantation primaire** qui permet l'élimination de la charge en suspension décantable qui présente une granulométrie supérieure à 50 μ m en 2h (**Rejesk frank ,2002**).

Pour l'élimination des particules plus fine (colloïdes) ayant des diamètres compris entre 1 μ m à 1nm et une vitesse de sédimentation très faible, sa chute libre peut être de 1m en plusieurs années. Pour cela un traitement chimique est utilisé comportant deux phases : **la coagulation-floculation**.

➤ **Coagulation** : ce procédé consistant à réduire les forces de répulsion électrostatiques responsables de la stabilité des colloïdes hydrophobes, des sels de fer et d'alumine à cation trivalent sont utilisés. (**Jean-claude Boeglin, 2002**)

➤ Puis une **floculation** des colloïdes formés par l'ajout des réactifs de floculation.

La séparation du floc a lieu dans la phase de **clarification** (décantation secondaire). Les procédés les plus modernes utilisent du micro sable injecté dans l'effluent afin d'accélérer la décantation des floccs, On parle alors d'élimination à floccs lestés (**Lazarova, 2003**). Les traitements physico-chimiques permettent un bon abattement des virus, Cependant, leur utilisation et notamment le dosage de sels de fer et d'aluminium, n'est pas toujours bien optimisée, Il y a donc un risque de surcoût lié à une mauvaise utilisation, voire un risque environnemental (**Asano,1998**).

II 1.3) Traitement secondaire :

L'élimination des matières organiques fait recours à des traitements biologiques qui font intervenir les organismes vivants essentiellement des bactéries, cela par la biodégradation de la matière organique en présence de l'oxygène.

On distingue plusieurs types de procédés biologiques dont :

II.1.3.1) Les cultures libres :

1. Boue activée:

Il s'agit d'un réacteur qui contient des eaux à traiter dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries; ces dernières consomment de la matière organique. A la sortie du réacteur l'effluent passe dans un clarificateur, La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. Ce procédé peut être difficile à maîtriser notamment pour le traitement de l'azote et du phosphore ou en cas de variations importantes des flux à traiter. (**Bassompierre cindy, 2007**)

2. Lagunage :

Concentration faible en organismes épurateurs, de la dimension d'un étang, utilisé lorsque de grands espaces sont disponibles, coûts de construction et de fonctionnement faibles, rendement élevé, fonctionnement relativement stable. (**Bassompierre cindy, 2007**)

II.1.3.2) Les cultures fixées

1. Le lit bactérien :

C'est le plus ancien procédé biologique, les bactéries sont cultivées sur un substrat neutre En faisant passer l'effluent sur le substrat. La difficulté consiste à trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lent (pour une bonne évacuation de MES en excès). Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement à boues activées car elle élimine non seulement virus et bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95 %) mais aussi les œufs d'helminthes (20 à 90 %) et les kystes de protozoaires (83 à 99 % des kystes) (**Faby, 1997**).

2. Biofiltre :

Il combine les actions épuratrices de la filtration et de l'activité microbienne. C'est un traitement intensif qui est rapide à mettre en œuvre et prend peu de place, et qui ne nécessite pas de bassin de clarification. Il est donc fréquemment utilisé dans les unités de traitement individuelles, Par contre, il nécessite un nettoyage fréquent du filtre. et son efficacité serait similaire à celle des boues activées.

II.1.4) Traitement tertiaire :

L'aboutissement des procédés décrits précédemment conduisent au final aux rejets des eaux traitées dans le milieu naturel, cependant un traitement complémentaire est effectué quand les milieux récepteurs exigent une qualité de rejets supérieurs, il vise à éliminer le phosphore, l'azote, ou encore à désinfecter l'eau, on peut procéder à la désinfection en premier temps en rajoutant certaines quantités de produits chimique dotés de propriétés germicides, les produits les plus utilisés sont : le chlore (Cl_2), le dioxyde de Chlore(ClO_2), l'ozone (O_3), le brome (Br_2), l'iode(I_2) et le permanganate de potassium($KMnO_4$).

Ainsi qu'à des moyens physiques : ébullition, ultraviolets ou rayon gamma.

II .2) Traitement des boues :

II 2.1) Les types de boues :

Les boues de STEP peuvent être différenciées selon le traitement dont elles sont issues.

II 2.1.1) les boues physico-chimiques :

Elles sont obtenues après réactions de coagulation-floculation ou de précipitation des eaux potables ou industrielles et des eaux résiduaires des secteurs urbain ou industriel. Ces boues présentent un taux de matières organiques de 40 à 65% selon le conditionnement chimique appliqué, pour des concentrations variant de 10 à 20 g/l selon le procédé de décantation (Boeglin, 2000).

II. 2.1.2) les boues primaires :

Ces boues sont obtenues au niveau des décanteurs primaires par séparation physique des matières en suspension décantables (organiques, minérales) ; les boues extraites à des concentrations de l'ordre de 50 g/l présentent un taux de matière organique de 50 à 70%. Elles sont nommées « boues fraîches » ainsi elles sont extrêmement fermentescibles (Satin et Selmi, 2006).

II. 2.1.3) Les boues secondaires ou biologiques:

Ces boues sont stabilisées biologiquement, elles résultent d'un traitement biologique par le biais des propriétés épuratoires des microorganismes par conséquent la matière minérale et la matière organique réfractaire sont accumulées tandis que la matière organique biodégradable sert de substrat aux micro-organismes épurateurs. Ces micro-organismes principalement des bactéries utilisent la pollution biodégradable pour leur maintenance et pour leur croissance. Figure II .1 (ci-dessous) explique mieux le processus de ce traitement biologique (Paul et al, 1999 ; Grulois et al, 1996)

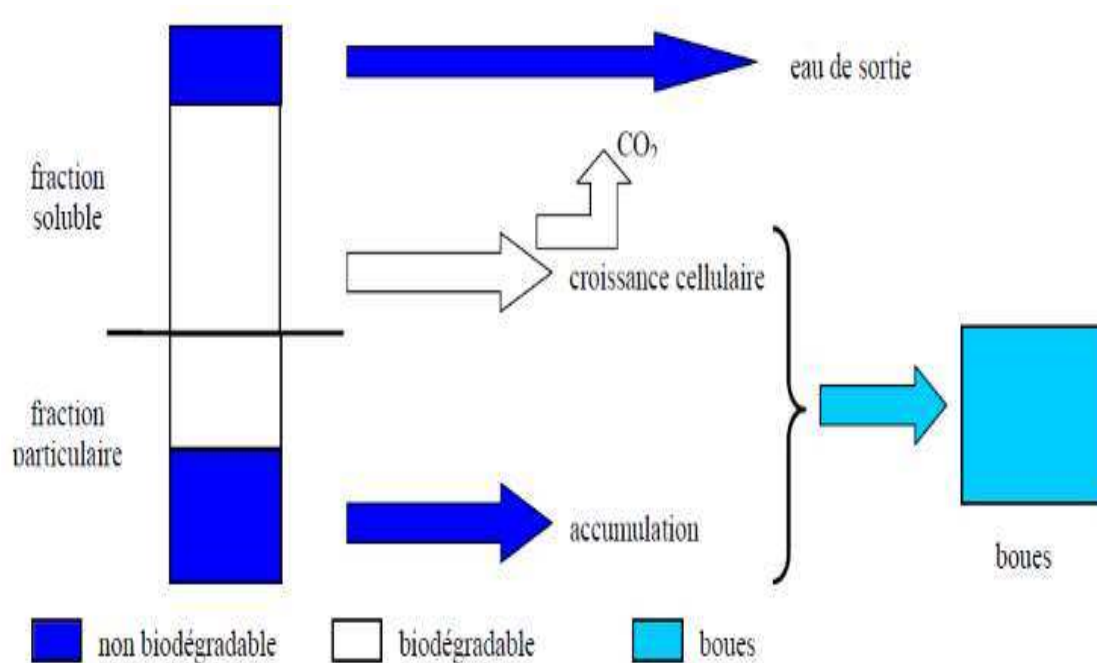


Figure II.1: schémas de processus de traitement biologique des eaux résiduaires (Salhi, 2003)

Ces boues biologiques peuvent être classées de la manière suivante :

- ✚ Boues fraîches mixtes : mélange de boues primaires avec des boues biologiques (Boeglin, 2000). Leur composition est dépendante de la quantité de boues primaires et secondaires produites. Très fermentescibles, ces boues subissent ensuite le traitement de stabilisation (Degrémont, 1989).
- ✚ Boues activées : issues d'une station fonctionnant en aération prolongée (Satin et Selmi, 2006).
- ✚ Boues digérées des boues primaires ou de boues fraîches mixtes par voie aérobie ou anaérobie (Satin et Selmi, 2006).

II 2.2) Les différentes filières de traitements de boues :

Les boues résiduaires se présentent sous une forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes et posent beaucoup de problèmes techniques pour leur évacuation « quelle que soit la destination », parmi lesquels leur transport et leur stockage conduisent souvent à des problèmes de manipulation et des nuisances olfactives. Ceci impose le choix d'une filière de traitement dès l'installation de la STEP.

II 2.2.1) Epaississement

C'est le premier stade de réduction du volume des boues à traiter avant de les rejeter dans le milieu naturel ou éventuellement les réutiliser. Cette phase correspond à une sédimentation et une compression des particules c'est-à-dire, que chaque particule continue de décanter mais elle est gênée dans son mouvement par des particules environnantes. Les vitesses de décantation sont alors très faibles (quelques cm/h), ce qui impose un temps de séjours relativement important (**ONA,2001**)

II 2.2.1) La stabilisation :

Pour empêcher ou réduire les problèmes de fermentation et d'éviter ainsi les nuisances olfactives, différents types de traitements sont utilisés, de types biologiques, chimiques ou thermiques, Ils s'appliquent à tout type de boues (primaire, secondaire ou mélangé).

- La stabilisation biologique réduit la teneur des boues en matières fermentescibles, elle se fait soit par voie aérobie (en présence d'oxygène) dans les bassins d'aération ou dans des bassins de stabilisation aérobie, soit par voie anaérobie (absence d'oxygène) dans des digesteurs avec production de biogaz riche en méthane.
- La deuxième technique de stabilisation utilisée est le compostage qui est un procédé particulier de stabilisation biologique aérobie. Il se réalise de préférence sur des boues déjà déshydratées de façon à économiser l'approvisionnement en support de compostage.
- La troisième voie possible est la stabilisation chimique qui bloque simplement l'activité biologique et donc l'évolution de la boue, par adjonction d'une
- quantité importante de chaux, élevant le pH au-delà de 12. Le chaulage suppose généralement une déshydratation préalable des boues (**Jardé,2005**).

II 2.2.2) Déshydratation :

La déshydratation des boues constitue la deuxième étape de réduction du volume des boues. Elle s'opère sur des boues épaissies, stabilisées ou non, en vue d'une élimination plus ou moins poussée de leur humidité résiduelle de manière à les rendre soit pelletables (siccité de 16-30%), soit solides (siccité supérieure à 30%) (**Satin et Selm,2006**).

On peut avoir recours pour cela à :

➤ **Une déshydratation par drainage naturel** à l'air libre sur des lits de sable drainés reste pour des raisons d'hygiène, cette déshydratation naturelle n'est à retenir que sur des boues bien stabilisées et non putrescibles, elle se fait par l'infiltration de l'eau à travers le milieu et par évaporation (**Badia-Gondard, 2003**).

➤ **Une déshydratation mécanique** repose sur deux principes :

1. **Déshydratation par filtration** grâce à des matériaux filtrant par une simple action gravitaire ou une différence de pression, par exemple filtration sous vide, filtration sous pression, déshydratation sous pression progressive (**Boeglin, 2000**).

2. **Déshydratation par centrifugation** dont le principe qui relève de la loi de la pesanteur peut être assimilée à une sédimentation accélérée en raison de l'augmentation artificielle du champ de la gravitation par l'action de la force centrifuge (**Bechac et al., 1987**).

II 2.2.3) Conditionnement

C'est un procédé permettant de rompre la stabilité colloïdale des boues et par conséquent d'assurer leur floculation, de faciliter le drainage, la filtration ou la centrifugation lors de la déshydratation ultérieure (**Degrement, 1989**).

On distingue principalement deux types de conditionnement :

➤ **Conditionnement chimique** :

C'est le procédé le plus utilisé pour la déshydratation des boues organocolloïdales par filtration sous vide ou sous pression ; il peut être réalisé par l'adjonction de réactifs minéraux (sels ferriques et d'aluminium, utilisés conjointement avec de la chaux) conduisant à la formation de floccs relativement stables.

Le conditionnement chimique peut aussi se faire par l'adjonction de polymères de synthèse (**Degrement, 1995**).

➤ **Conditionnement thermique** :

Il a pour but de rompre les liaisons entre l'eau et les matières colloïdales de la boue à traiter, afin d'en faciliter la déshydratation. Ce procédé consiste à faire augmenter la température de la suspension boueuse au-delà de 180 °C pendant un temps déterminé, sous une pression légèrement supérieure à la pression de vapeur saturante pour la température choisie, cela pour éviter la vaporisation de l'eau de constitution et l'émission consécutive d'odeurs nauséabondes (**Bechac et al., 1987**).

Les boues issues de traitement secondaire subissent plusieurs étapes de traitement avant d’être rejeté dans le milieu naturel ou d’être réutilisé à des fins agricoles.

La figure II.2 regroupe les différentes filières de traitements possibles des boues.

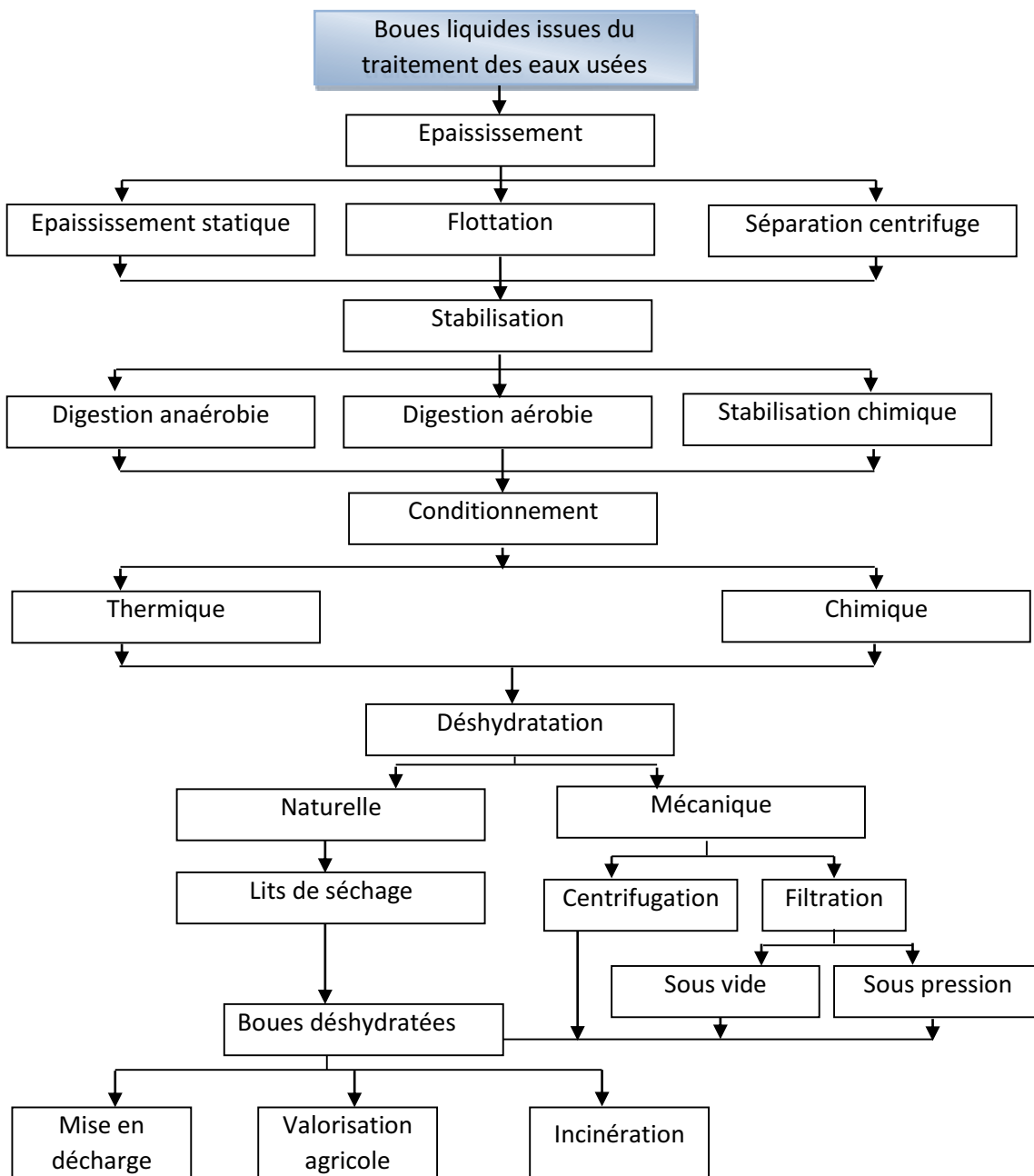


Figure II .2 : Différentes filières de traitement des boues résiduelles.

II 2.3) Filières d'élimination des boues résiduaires urbaines :

Après le traitement utilisé en amont pour réduire le volume, les nuisances ainsi que la nocivité des boues, actuellement il existe 3 filières pour évacuer les boues selon que l'on privilégie un mode de digestion basé sur l'élimination ou sur le recyclage. Il s'agit de:

1) la mise en décharge contrôlée.

2) l'incinération.

3) retour au sol par épandage.

II 2. 3.1) La mise en décharge contrôlée :

Après la mise en décharge de boues (pure ou mélangé) le carbone s'évapore dans l'atmosphère sous forme de méthane tandis que le phosphore et l'azote restent sous leur forme initial (non récupérables) (**El-Fadel et Khoury, 2000**).

Les boues doivent être préalablement stabilisées et déshydratées (humidité maximale de 70 %). Cette solution a perdu progressivement de son intérêt et se retrouve actuellement interdite pour des raisons financières (procédure de fermeture ...) et pour des problèmes environnementaux tels que les odeurs nauséabondes, pullulation de moustiques, entraînement d'éléments fertilisants (nitrates, phosphates) et de produits toxiques par les eaux superficielles et contamination des nappes d'eaux souterraines (**Looser et al, 1999; Kjeldsen et al, 2002; Marttinen et al, 2003**).

II 2.3.2) L'incinération :

C'est-à-dire transformer par oxydation les constituants organiques en composés stables (CO₂, H₂O, NO₂, SO₂, etc...) et évaporer l'eau contenue dans les boues. Il ne reste après passage au four que des cendres inertes ne contenant que les matières minérales présentes dans les boues de départ (**Bechac et al, 1987**).

II 2.3.3) Epannage direct sur le sol

A l'heure actuelle, l'épandage agricole des boues reste en Europe la principale filière d'élimination, ce dernier est pratiqué que si celles-ci respectent le principe "d'intérêt agronomique" et soient exemptes de grandes teneurs en polluants inorganiques ou organiques. Ce mode de recyclage est le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique, elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges (**Lambkin et al, 2004**). Les boues résiduaire peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais coûteux.

Conclusion :

Le traitement des eaux usées est un processus important pour la vie quotidienne des habitants. Aujourd'hui les techniques de traitements et les stations d'épuration évoluent constamment, les traitement usuel (primaire et secondaire) ont été complété par des traitement adjuvant qui visent à éliminer le plus possible des substances nocives pour les écosystèmes (tertiaire), ainsi que les différents procédés de traitement pour la réduction de volume de boues et leur valorisation dans d'autres domaines (agriculture..).

Chapitre 3 :

Rentabilisation et valorisation des déchets d'une STEP

Introduction

La vie quotidienne et les activités de nombreux secteurs (industrie, transport, exploitation des ressources, agriculture, etc.) conduisent à une production massive de déchets. De plus, ils ont pris conscience depuis une vingtaine d'années de l'existence de sols et sites pollués et des risques qui y sont liés. Or il s'agisse bien de déchets, de boues ou d'eaux usées épurées, la conception, l'optimisation, la mise en œuvre de procédés de valorisation et de traitement constituent un enjeu essentiel dans la perspective d'un développement durable. Cette étude en question vise à mettre au point la valorisation des déchets de la STEP de Boumerdes.

III. 1) Valorisation des eaux usées épurées (irrigation) :

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures. L'agriculture constitue le plus gros consommateur des ressources hydriques vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies. Les agriculteurs notamment ceux des régions continentales s'intéressent à l'utilisation des eaux usées (**Maynard et Hochmuth, 1997**). L'épuration de l'eau usée et son utilisation en irrigation est une option attrayante car elle représente une source d'eau et d'engrais additionnels renouvelables et fiables (**FAO, 2003**). En Algérie, la gestion des eaux usées épurées accorde une place importante à l'approvisionnement de l'agriculture en eau d'irrigation.

III .1.1) Situation de l'irrigation en Algérie

Dans les conditions déficitaires en ressources en eau le secteur de l'agriculture est le plus gros demandeur en eau rapporte qu'en 2006, 900000 hectares soit 10.5% de la SAU sont irrigués et 78% de cette superficie est irrigués avec des eaux souterraines et 13% avec des eaux superficielles (**Tamrabet, 2011**).

La gestion des périmètres irrigués s'améliore peu à peu avec leur prise en charge par l'ONID (Office Nationale de l'Irrigation et de Drainage). L'extension des surfaces irriguées en PMH (petites et moyennes hydrauliques) bien qu'encourageante pour le développement de l'agriculture à provoquer un accroissement considérable des forages individuels et des surexploitations dangereuses de certaines nappes souterraines la tarification sur l'eau agricole est faible (**Benblidia, 2011**). Deux types d'exploitations agricoles irriguées : les grands périmètres irrigués (GPI) relevant de l'État et gérés par l'ONID. Ces périmètres sont irrigués

par des barrages et des forages dans le nord du pays dans le sud l'irrigation est assurée à partir des forages profonds dans les grandes nappes de l'albien (**Benblidia, 2011**). Leur superficie est de l'ordre de 200000 ha, les cultures pratiquées dans les GPI (en 2008) l'arboriculture (64,6 %), le maraichage (28,5%), les cultures industrielles (6,1 %) et le reste en céréales et fourrages (**Benblidia, 2011**). Les petites et moyennes hydrauliques (PMH) constituées de petits périmètres et aires d'irrigation (productions privées) (**Benblidia, 2011**), dans le tableau, n°7 on représente un exemple concret de la réutilisation des eaux usées épurées de la STEP de Boumerdes dans l'agriculture.

Exemple :

Tableau 2: Réutilisation des eaux usées épurées pour la STEP de Boumerdes en mai 2015.

STEP	Volume d'eau épurée (m ³ /mois)	Volume réutilisé (m ³ /mois)	Les agriculteurs	Superficie du périmètre (ha)	Type de culture
Boumerdes	379450	7107.4	FLICI et RAHMOUNE	1/2hec 18hec 2.5hec 5hec 9hec	-Pépinière d'olive -Vignes -Luzerne -Sorgo -Oranger

III .2) Valorisation des boues activées :

De nos jours, avec la chute de la production de pétrole, développer les énergies renouvelables semble indispensable. Or les déchets sont source d'énergie renouvelable, mais comment les bio-déchets tel que les boues d'épuration produites après traitement des eaux usées peuvent-elles se transformer en chaleur, en électricité, en bio méthane ou même en carburant ?

La méthanisation ou digestion anaérobie est un écosystème fonctionnant en l'absence d'oxygène qui permet de transformer de la matière organique en compost gaz carbonique et méthane. Cette réaction présente de nombreux avantages notamment la production d'une énergie biologique renouvelable c'est le biogaz. . (**Moletta, 2008**)

Le Grenelle de l'environnement a placé la lutte pour la maîtrise de l'énergie au rang de ses priorités s'inscrivant dans la politique environnementale européenne dite des « 3 fois 20 ».

Il s'agit d'ici 2020 de réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre et d'améliorer de 20 % l'efficacité énergétique et d'inclure au moins 20 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique. Retour sur les enjeux du biogaz une énergie clé dans le bouquet énergétique de demain, en représentant dans le tableau n° 8 l'intérêt de la méthanisation des boues.

Tableau 8: Intérêt de la méthanisation des boues :

Aspect produit	<ul style="list-style-type: none">-Procédé naturel de traitements des boues.-Réduction du volume des boues et de la masse à valoriser-Surface d'implantation inférieure à un procédé d'épandage ou de compostage.
Aspect énergétique	<ul style="list-style-type: none">-Production d'énergie (Biogaz).-Bonne qualité du biogaz produit (énergie renouvelable).-Diverses voies de valorisation du biogaz possibles.
Aspect environnementale	<ul style="list-style-type: none">-Stabilisation des boues.-Réduction significative des émissions du CO₂ et du CH₄.-Elimination des odeurs (dégradation de la fraction organique facilement biodégradable).-Production possible d'un produit dit « hygiénisé » (Digestion thermophile, 2phases thermophile/mésophile, prétraitement thermique).-Recyclage de la matière organique stabilisée.

Le biogaz est une source d'énergie produite par la fermentation de matières organiques issues des eaux usées ou de la partie organique des déchets également appelés « biodéchets ». Leur stockage dans un milieu sans oxygène permet leur fermentation on parle aussi de « méthanisation ». Pourquoi ? Parce que ce procédé permet la production de méthane. La matière organique, en se transformant génère donc un gaz mais aussi un digestat – composé de matière organique non biodégradable (lignine) et de matières minérales (azote, phosphore) et d'eau – qui peut être composté et valorisé comme amendement organique. Le gaz quant à lui, après avoir été capté et collecté, peut être valorisé en une énergie renouvelable prête à l'emploi : c'est le « biogaz ».

III .2.1) La valorisation du biogaz :

Les boues d'épuration, déchets produits par une station d'épuration à partir des effluents liquides, les bio déchets produits par les ménages ainsi que les déchets agricoles et ceux de la filière agro-alimentaire peuvent ainsi faire l'objet d'un traitement par méthanisation. Le biogaz peut ensuite être valorisé en carburant, en électricité ou en source de chaleur et est à ce titre, une énergie totalement renouvelable.

Les modes de valorisation du biogaz sont choisis en fonction des contextes locaux : proximité des réseaux de transport ou de distribution du gaz naturel, besoins énergétiques locaux (résidentiels, collectifs, tertiaires, industriels), présence de station de ravitaillement de gaz naturel pour les véhicules... Ainsi, le biogaz contribue de façon optimale au mix énergétique des territoires et au développement d'une économie circulaire.

En effet, en valorisant les déchets organiques de la ville, de l'industrie et les résidus de l'agriculture locale pour produire l'énergie nécessaire aux habitants, nous sommes face à une illustration concrète de l'écologie industrielle des territoires. Cela souligne que la production de biogaz et sa valorisation met véritablement les territoires sur la voie de l'autonomie énergétique les rendant acteurs de leur approvisionnement en énergie et de leur qualité de vie. **(Moletta ; 2008)**

2eme partie :

Etude Expérimentale

Chapitre 4 :

Présentation de la zone d'étude

Introduction

La STEP de Boumerdes est l'une des principales stations de la wilaya qui assure le traitement des eaux usées selon la norme ISO 14001.

Il est essentiel de bien connaître la zone d'étude afin de déterminer et bien cerner les principaux facteurs influençant le traitement des eaux usées, ainsi que la qualité des eaux usées épurées pour pouvoir déterminer leur effet sur l'environnement, nous nous intéressons ici à l'environnement du site sa localisation géographique ainsi que le fonctionnement de la STEP dans le but de pouvoir évaluer son efficacité.

IV.1) Localisation géographique :

L'étude a été réalisée au niveau de la station d'épuration des eaux usées urbaines située dans la wilaya de Boumerdes, elle est délimitée par oued TATAREG au nord, la route nationale à l'ouest, une zone d'activité à l'est et des terrains agricoles au sud. Cette station a été réalisée en 1996, et mise en service en juillet 2001. elle s'étend sur une surface de 3011 hectares. Elle permet de traiter les eaux de la commune de Boumerdes, de corso, et de Tidjelabine (ONA, 2001) (Figure IV.1) et (Figure IV.1.2).

Les caractéristiques de cette station d'épuration seront présentées dans le tableau qui suit :

Tableau n°2: Récapitulatif des principales caractéristiques de la STEP de Boumerdes

Paramètres	Débit d'eau entrant à la station
Equivalent d'habitants	75000eq/h
Débit moyen journalier	15000
Débit moyen horaire	625m ³ /h
Débit de pointe par temps sec	1063 m ³ /j
Débit de pointe par temps de pluie	1994 m ³ /j

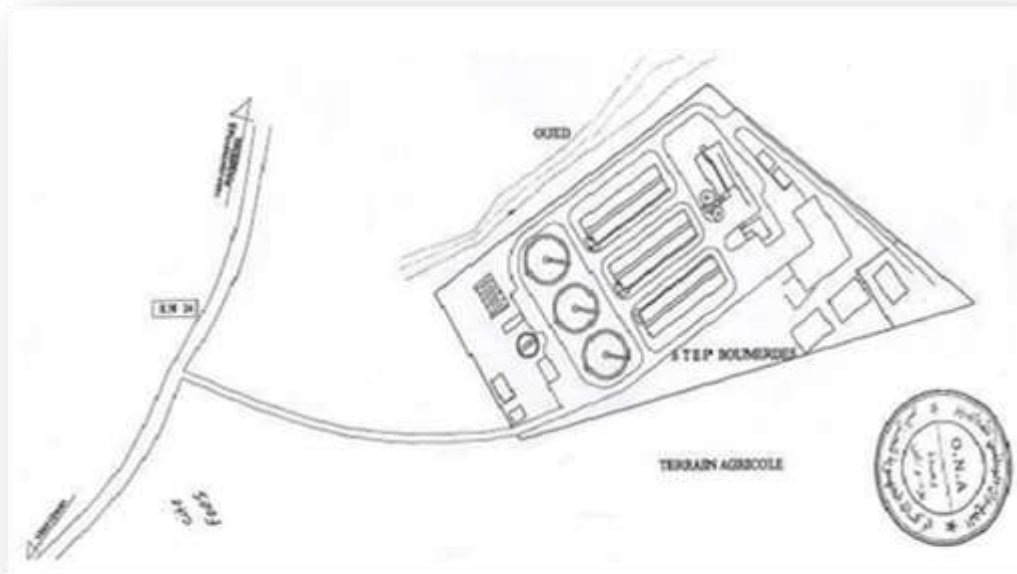


Figure IV.1 : Schéma général de la STEP de Boumerdes



Figure IV.2 : Image satellitaire de la STEP de Boumerdes (Google earth, 2015)

IV 2). Etude du Fonctionnement de la STEP de Boumerdès

La STEP de Boumerdes reçoit deux flux d'eaux usées Brutes (EUB) : un flux pompé de la Station de Relevage indexée SR3 située au niveau du stade de la ville de Boumerdes et un autre flux arrivant par gravitation depuis Tijelabine.

L'épuration de ces eaux est réalisée en trois étapes : un prétraitement, un traitement secondaire et un traitement tertiaire. Dans le prétraitement, les EUB subissent d'abord un traitement de dégrossissage par dégrillage, à 20 mm d'espacement, visant à éliminer les déchets grossiers. Les matières retenues sont ensuite évacuées par convoyeur à vis vers une benne de stockage. Il faut cependant noter qu'un pré-dégrillage amont est réalisé au niveau de la station SR3.

Les EUB ayant subi le dégrillage, passent ensuite dans un dessaleur-déshuileur afin d'être débarrassées des sables et graviers ainsi que des graisses et huiles.

La STEP de Boumerdes est dépourvu de traitements primaires et les flux d'eaux usées passent directement aux traitements secondaires qui consistent en une épuration biologique aérobie par boues activées dans des bassins d'aération. Chaque bassin est muni de trois acti-rotors permettant l'aération prolongée de la culture bactérienne à l'origine du traitement et le brassage des boues pour les maintenir en suspension. Ce traitement biologique est suivi d'une clarification, c'est-à-dire décantation, qui permet de séparer en 2 flux les eaux traitées arrivant des bassins d'aération : un flux d'eaux épurées et un flux de boues destiné au recyclage et injecté à l'entrée des bassins d'aération.

On notera que la STEP de Boumerdes contient 3 bassins d'aération et que chaque bassin d'aération est suivi de son clarificateur ; ce qui confère à la STEP, 3 lignes de traitements. Enfin, une partie des eaux épurées est réutilisée en irrigation au niveau de deux agriculteurs de la région de Boumerdes et l'autre partie est déversée à la mer. Pour la partie réutilisée, il y a un traitement de lagunage tertiaire.

Les boues en excès issues du traitement secondaire subissent deux traitements : d'abord un épaissement, ou par décantation, elles sont séparées d'une partie de leur eau pour être plus épaisses et plus denses ; les eaux qui restent à la surface sont renvoyées en tête de station pour subir les mêmes traitements que les EUB. Puis, les boues épaissies subissent une déshydratation qui a pour but de réduire leur volume et d'éliminer plus ou moins leur

humidité résiduelle de façon à les mener à l'état solide par filtration sous pression, en utilisant des filtres à bande presseuse. (Figure IV.3)

Tableau n°3: Qualité d'eau à traiter

Paramètre de pollution	Concentration moyenne à l'entrée
Ph	6,5-8,5
DBO ₅	270 mg/l
MES	350 mg/l
NKT	60mg/l
DCO	750 mg/l

Tableau n°4: Les normes de rejets des eaux épurées

Paramètres	Normes (mg /l)
NKT	40
DBO	30
DCO	90
MES	30

- Objet de cette étude est le suivie des effluents de la STEP de Boumerdes vers leur rejet dans l'eau de mer par l'intermédiaire de l'OUED TATAREG. la figure suivante montre le point de contact de l'eau de mer avec les eaux d'oued.

Point de contact «Oued-mer »



Figure IV.4: L'embouchure d'Oued TATAREG a l'eau de mer (Google earth, 2015)

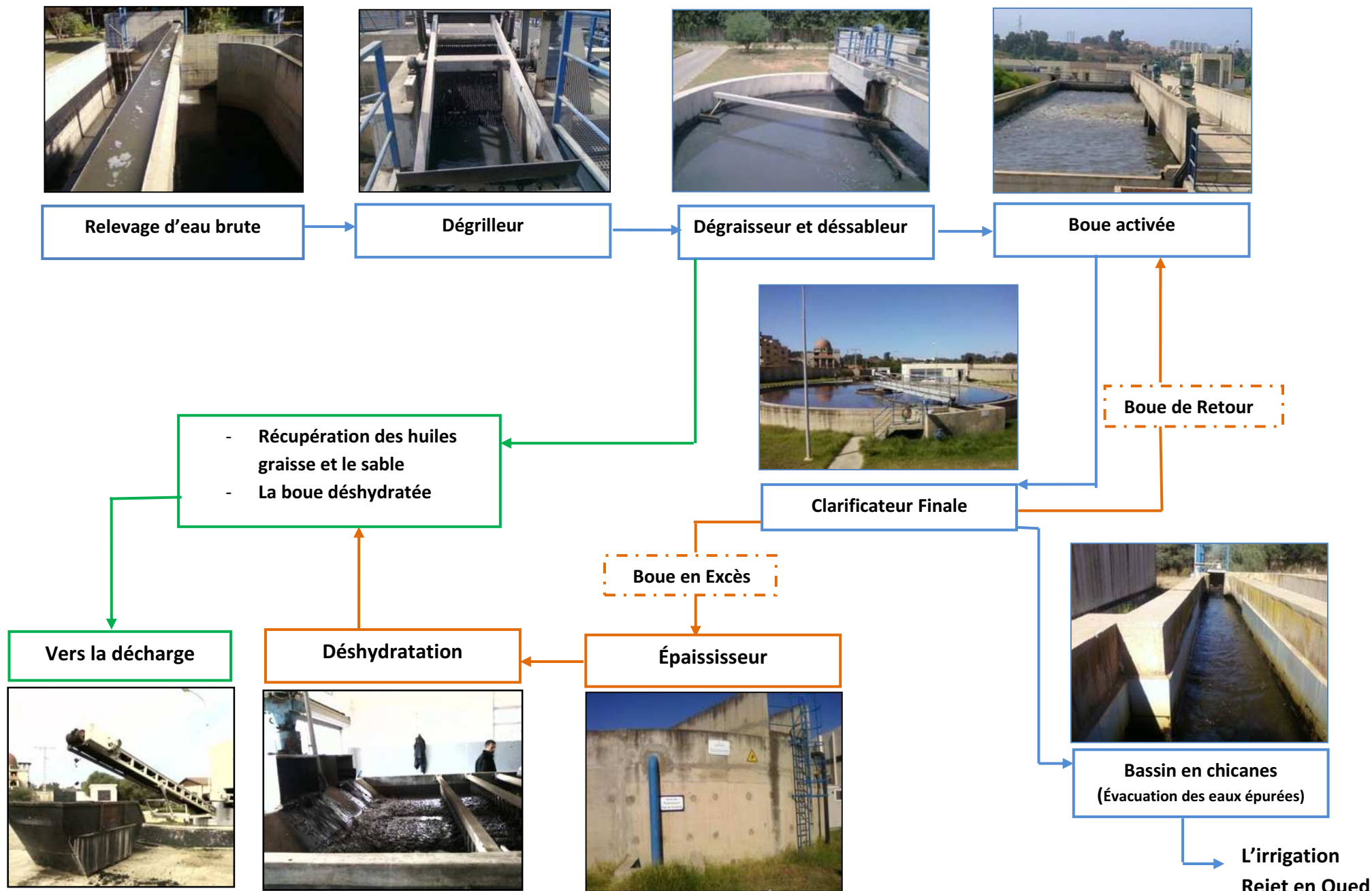


Figure IV.3 : Chaine de traitement d'épuration des eaux usées urbaines au niveau de la station de BOUMERDES

Chapitre 5 :

Matériels et méthodes

Introduction

Dans le cadre de réalisation de cette étude pour le suivie de la qualité des eaux usées épurées rejetées depuis la STEP de Boumerdes jusqu'à leur acheminement final la mer et de déduire leur effet sur l'environnement. Pour aboutir à cet effet notre stage pratique a englobé deux parties physico-chimique et bactériologique.

V .1) Le choix des stations :

Le choix des stations pour notre stage pratique n'est pas aléatoire, mais selon des critères de sélection bien définis et cela dépend de l'objectif de notre étude, ce dernier consiste a un suivie de la qualité des eaux de la STEP ainsi que l'impact de l'effluent depuis la STEP qui est son point de départ et son acheminement final qui est la mer ; De ce fait cinq point représentatives, de l'amont vers l'aval qui vont être représentés sur la figure n°V.1:

1. Premier prélèvement au niveau du déversoir d'orage afin d'analyser l'eau brute entrante à la station.
2. Deuxième prélèvement juste après le traitement avant la sortie (au niveau du bassin en chicane).
3. Troisième prélèvement au niveau du point de contact de l'eau épurée avec l'oued TATAREG
4. Quatrième prélèvement au niveau d'oued TATAREG
5. Cinquième prélèvement au niveau : de l'embouchure de l'oued dans l'eau de mer



Figure V.1 : localisation des stations de prélèvement d'eau pour les analyses physico-chimique, et bactériologique (Google earth,2015)

V.2) Prélèvement et échantillonnage:

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre une partie aliquote du milieu à étudier ; alors que l'échantillonnage consiste à retenir une fraction du prélèvement sur laquelle sera effectué l'analyse. C'est l'étape la plus délicate dans la chaîne de mesure de la qualité des eaux, car elle conditionne les résultats analytiques et leurs interprétations.

Les prélèvements ont été faits manuellement directement dans des flacons attachés à une corde.

Concernant les analyses physico-chimiques, plusieurs prélèvements hebdomadaires ont été faits pendant la durée de notre stage (deux mois). Ces analyses ont été effectuées au sein du laboratoire de L'ENSSMAL.

Pour les analyses microbiologiques plusieurs prélèvements ont été faits durant le mois de mai. Il est primordial de s'assurer de l'intégrité et de la représentativité des échantillons. La méthode de prélèvement peut influencer grandement les résultats obtenus. Cette méthode comprend les étapes depuis l'échantillonnage jusqu'à l'arrivée des échantillons au laboratoire.

Les échantillons doivent être en tout temps minutieusement manipulés en respectant l'ensemble des règles d'asepsie de manière à éviter toute contamination.

Les échantillons sont soigneusement étiquetés et conservés à 4°C dans une glacière et transportés jusqu'au laboratoire dans un temps qui ne dépassant pas les 24h

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au sein du laboratoire du SEAAL de Kouba-Alger (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger).

Analyse et mode opératoire

V.3) Paramètres physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques doivent être faites le plus tôt possible après le prélèvement pour permettre d'avoir des résultats représentatifs et fiables. Elles regroupent la mesure des paramètres faites in situ ainsi que de paramètres au laboratoire :

V.3.1) Mesure in situ :

Un certain nombre de données concernant la nature physique et chimique ne peuvent être mesurés que sur le terrain, car peuvent être changés rapidement dans les échantillons prélevés, les principales mesures in situ sont la température, pH.

V .3.1.1) La température (°C)

La température est un paramètre qui évolue rapidement après le prélèvement, d'où la nécessité de sa mesure sur place à l'aide d'un multi paramètre Hanna Hi 207.

V 3.1.2) Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une indication de la tendance à être acide ou alcalin d'une eau et il est en fonction de l'activité des ions hydrogène dans cette eau. Sa mesure est très importante car il conditionne un nombre important d'équilibre physico-chimique .les valeurs de pH ont été mesuré à l'aide d'un multi paramètre pH mètre Hanna Hi 207.

V 3.2) Mesure de laboratoire

Les paramètres mesurés au laboratoire nécessitent un matériel précis et un personnel qualifié afin d'éviter les marges d'erreur

V.3.2.1) Conductivité :

La conductivité c'est en fait la conductibilité de l'eau, de laquelle dépend la quantité de sels dissous .la mesure a été réalisée grâce à un conductimètre de laboratoire de type «inolab

coud 7310 ».cette mesure permet de déterminer la quantité totale de sels minéraux dissous dans l'eau, affiche aussi valeur de la salinité

V .3.2.2) Matière en suspension (MES)

Principe:

Il s'agit de mettre en œuvre la filtration d'un volume connu d'échantillon sur le filtre de verre préalablement tarer et sécher a l'étuve a 105±2°C.

Matériel : (voir photos en annexe)

- ✓ Appareil de filtration sous vide.
- ✓ Pompe à vide
- ✓ Filtre GF/C de 47mm et de porosité de 0.75 µm
- ✓ Balance de précision de 10⁻⁴ .
- ✓ Eprouvette (100ml) et des pinces non oxydables
- ✓ Etuve à 105°C.
- ✓ Dessiccateur.

Mode opératoire

- ✓ Laver le filtre à l'eau distillée, le placer dans une capsule en verre de pyrex numérotée pour répertorier les tares des filtres, sécher a l'étuve à 105 °C ±2°C pendant une nuit.
- ✓ Laisser refroidir la capsule dans un dessiccateur, peser la capsule à 0.1 mg de près.
- ✓ Placer le filtre dans le système de filtration
- ✓ Agiter fortement puis filtré un volume de 100 ml de l'échantillon en versant progressivement.
- ✓ Rincer l'éprouvette et le cône afin de récupérer toute les particules sur les parois.
- ✓ Mettre le filtre dans la capsule et sécher à 105°C. Puis laisser refroidir dans le dessinateur et peser la capsule a 0.1mg de près.

Expression de résultat :

$$MES = \frac{1000(b-a)}{v} \text{ mg/l} \quad (1)$$

b : masse de filtre après la filtration

a: masse de filtre avant la filtration

V : volume de l'échantillon

V.3.2.3) Matière organique particulaire (MOP)

Principe :

Les filtres utilisés pour la détermination de la matière en suspension dans l'eau sont mis dans des creusets en porcelaine, et pesés avec précision

Après les avoir passé au four à moufle à 600°C pendant deux heures les creusets et les filtre sont à nouveau pesés, la différence de ces deux poids nous donne le poids de la matière organique brûlée

Le calcul de pourcentage de la M.O.P :

$$\text{M.O.P} = (m_2 - m_1) \quad (2)$$

Avec :

m_1 : Poids du filtre après incinération (mg)

m_2 : Poids du filtre sec pesés pour la MES (mg)

V.3.2.4) Demande chimique en oxygène (DCO)

Principe

Il s'agit de l'oxydation de matière réductrice contenant dans l'eau à analyser par un excès de dichromates de potassium $K_2Cr_2O_7$ en milieu sulfurique en présence d'argent et de sulfate de mercure à ébullition pendant 2 h

L'excès de dichromates est dosé par une solution titrée de sel de Mohr

Matériels (voir photos en annexe)

- Réacteurs de DCO 10119 fichier
- Burette, éprouvette (100 ml), Erlen Mayer
- Agitateur avec un Baro magnétique
- **Reactifs:** Acide sulfurique (H_2SO_4)-Sulfate argent ($AgSO_4$), dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$), Sels de Mohr (Sulfate de fer et d'ammonium), Féroïen (voir annexe pour la préparation des réactifs).

Mode opératoire :

- 10 ml de prise d'essai d'eau analyser V_0
- Ajouter 5ml de la solution de dichromate de potassium
- Ajouter lentement l'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant le tube et le refroidissant sous courant d'eau
- Mettre le réfrigérant et porter à ébullition pendant 2h
- Laisser refroidir et laver la paroi interne du réfrigérant à l'eau distillé en recueillant les eaux de lavage dans le tube
- Compléter a environ 75 ml avec l'eau distillé titré l'excès de $K_2Cr_2O_7$ par la solution de sel de Mohr en présence de quelques gouttes de Féroïen noté V_2
 - **Blanc :** 10 ml de l'eau distillé dans les même conditions que l'essai note V_1 avec <0.5 .

Expression de résultat :

$$\text{DCO (mg O}_2\text{/l)} = 8000 \frac{[\text{Fe}^{3+}](V_1 - V_2)}{V_0} \quad (3)$$

$[\text{Fe}^{3+}]$: Concentration de la solution de sel Mohr déterminée par étalonnage, soit dans le cas présent 0,12 mol/l ;

V_0 : Volume de la prise d'essai en ml ;

V_1 : Volume en ml de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium titre pour l'essai blanc;

V_2 : Volume en ml de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium titre pour l'échantillon;

8000 : Masse molaire en mg/l d' O_2 .

Note : On doit vérifier la validité de la méthode en calculant la DCO de l'essai témoin, qui doit être de 500 mg d' O_2 /l, en remplaçant dans l'équation V_2 par V_3 .

Ou :

V_R : Volume en ml de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium titre pour l'essai témoin ;

Avec la valeur de la DCO, contrairement à la valeur de la DBO_5 , les composés difficilement dégradables ou non dégradables biologiquement sont également mesurés.

Tableau n°6 : Valeurs typiques de DCO (Bliffer et Perraud, 2001)

DCO (mg/l)	Type d'eau usée/substrat
5....20	Eaux courantes
20.....100	Eaux usées communales après épuration biologiques
300.....1000	Eaux usées communales non épurées
22000	Eaux d'infiltration de décharge

V.3.2.5) La demande biologique en oxygène (DBO₅)

Principe :

La mesure de la DBO₅ se fait par un système de mesure **OXITOP**, ce système de mesure est doté d'une bonne précision et de moindre qualification du personnel (appareillage pratique) qui donne des résultats représentatifs.

Instruments et produits nécessaire :(voir photo en annexe)

- Système de mesure OXITOP ;
- Système d'agitation à induction ;
- Armoire thermostatique (T° à 20 °C) ;
- Flacons bruns et fiole jaugée ;
- Godets en caoutchouc ;
- Extracteurs magnétiques et barreaux aimantes

Mode opératoire

- Mesurer le volume d'échantillon à analyser à partir de la gamme de mesure (tableau en annexe), et verser dans le flacon d'incubation en verre brun conditionné auparavant.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon, on met 2 à 4 pastilles de NaOH dans chaque étui en caoutchouc et on les insère aux cols bouteilles .
- Placer le manomètre (OXITOP) et visser sans fermer hermétiquement.
- Lancer la mesure en appuyant sur S et M simultanément jusqu'à ce que l'afficheur affiche 00.

- Maintenir sur le système d'agitation dans l'armoire thermostat (20°C) pendant 5 jours.
- Laisser l'équilibre s'établir pendant 30mn puis fermer hermétiquement la tête.
- Relever les valeurs après 5 jours en appuyant sur M.
- Procéder enfin à la correction de la mesure de la mesure en multipliant par un facteur correctif qui dépend de la quantité de l'échantillon prélevée et de la gamme de mesure souhaitée (la DBO₅ s'exprime en mg d'O₂ /L)
- La différence entre la DCO et la DBO₅ vient des substances présentes dans l'eau qui ne peuvent pas être décomposées microbiologiquement. Parce que tous les polluants ne sont pas totalement décomposables, la valeur de la DBO₅ se situe en dessous de celle de la DCO.

Tableau n°7 : Valeur typique de la DBO₅ (Bliffer et Perraud, 2001)

DBO ₅ (mg/l)	Type d'eaux usées/substrat
6	Cours d'eau courantes modérément pollué
20	Eaux communales après traitement biologique
250	Eaux communales non épurées
>500	Eaux usées de l'industrie alimentaire
13000	Eaux de ruissèlement sous les décharges

V.4) Analyse microbiologique :

Les germes tests recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux dont *Echerichia coli*, et les streptocoques fécaux, les entérocoques ces germes sont peu ou pas pathogène, ils sont révélateurs de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse.

Les germes supplémentaire recherché sont les germes pathogènes comme les staphylocoques et cela pour leurs intérêt pratiques concernant les eaux polluée

V.4.1) Le matériel utilisé : (voir photos en annexe)

- Boîtes de Pétri, diamètre 55 mm stériles, à usage unique.
- Membranes de filtration stériles de 0,22 µm de porosité.
- Rampe de filtration en acier inoxydable stérilisée à la flamme avant chaque analyse.
- Pincettes.
- Etuve à 37 ± 1°C.
- Bain d'eau thermostaté (bain marie).

- Bec Bunsen.
- Trompe à vide.
- Boîtes de pétries.

V.4.2) Recherche des Coliformes totaux, Recherche des Entérocoques, selon la méthode alternative IDEXX :

Reactifs et appareillage :(photos en annexe)

- Boîte COLILERT18.
- Boîte ENTEROLERT-E.
- Plateau Quanti-Try.
- Comparateur Quanti-Try.
- Garniture de Caoutchouc de réserve Quanti-Try.
- Conditionneur Quanti-Try (sealer).
- Lampe UV (rayonnement long 365nm).
- Caisson de visualisation UV.
- Lunette de protection absorbant les UV.
- Etuve à $36 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Bec bunsen.

Principe :

+ Coliforme :

Ce test est basé sur la combinaison de substrat chromogénique et fluorogénique qui permet la détection de la quantité totale des coliformes et la présence de la bactérie E. coli

Les coliformes utilisent leur enzyme la bêta galactosidase pour métaboliser l'ONPG (ortho-nitrophenyl β -D-galactopyranoside : substrat spécifique pour l'identification des bactéries coliformes) qui vire alors de l'incolore au jaune

La bactérie E. coli utilise la beta glucuronidase pour métaboliser le MUG (4-methyl-umbelliferyl β -D-glucuronide : substrat spécifique pour l'identification d'E. Coli) et produire une inflorescence

+ Entérocoques

Ce test est basé sur l'utilisation de substrat fluorogénique qui permet la détection de la quantité totale d'entérocoque

Les entérocoques utilisent leur enzyme la beta glucosidase pour métaboliser le MUD (4-methyl-umbelliferyl β -D-glucoside : substrat spécifique pour l'identification des entérocoques) et produire une fluorescence

Principe de dénombrement

Selon la technique de NPP (nombre le plus probable) fondée sur la méthode statistique du maximum de vraisemblance permet une estimation de la concentration bactérienne d'une eau.

Lecture et l'expression des résultats :

On dénombre le puits positifs de la manière suivante :

Colilert18

Puits couleur jaune : bactérie coliforme

Puits couleur jaune/fluorescence bleu sous U.V :E. coli (**figure V.1**)

Enterolert-E

Puits bleu fluorescence sous U.V : Entérocoque intestinaux

Ces résultats se rapportent à la table NPP le nombre de puits positifs permet d'extrapoler le nombre le plus probable et les limites de confiance a 95% (**figure V.1**)

V.4.3) Recherche des sulfito-reductrices

Les clostridium sulfito-reductrices sont souvent considères comme des témoins de pollution fécale.la forme spore est beaucoup plus résistantes que les autres formes

Principe

- Rétention des spores de bactéries sur le filtre de porosité 0,22 μm , après destruction des formes végétatives par chauffage de l'échantillon à $75 \pm 5^\circ\text{C}$ (bain-marie) pendant 15min ;
- Incubation de la membrane sur milieu gélosé Viande-Foie (ou milieu gélosé Tryptose sulfite) additionné d'une ampoule de sulfite de sodium et une ampoule d'alun de fer pendant $22 \pm 2\text{h}$ et $44 \pm 4\text{h}$ à 37°C ;
- Dénombrement des colonies noires. Cette coloration est dus à la réduction des sulfites en sulfures par action des bactéries, ces sulfures réagissent avec le fer et donnent la couleur noire

Le résultat est exprimé en nombre de spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eau. (**Figure V.2**)

4.4) Recherche des staphylocoques :

Après filtration, appliquer la membrane sur la gélose Chapman, incuber à 37 °C durant 24 à 48 h, les souches de *staphylococcus aureus* sont de taille importante et élaborent leur propre pigment .elles apparaissent en jaune doré, surmontant une zone jaune du milieu sous la membrane (virage du milieu) par suite de la fermentation de mannitol (voir **Figure V.3**)

Le résultat est en fonction de nombre de germe dans 100 ml d'eau

Conclusion :

Cette partie résume et inclue les différents modes opératoires et le matériel nécessaire dont on a eu besoin pour effectuer les analyses physico-chimiques et bactériologiques qui vont nous permettre d'avoir des résultats exploitables à interpréter ainsi des informations clés pour notre étude.

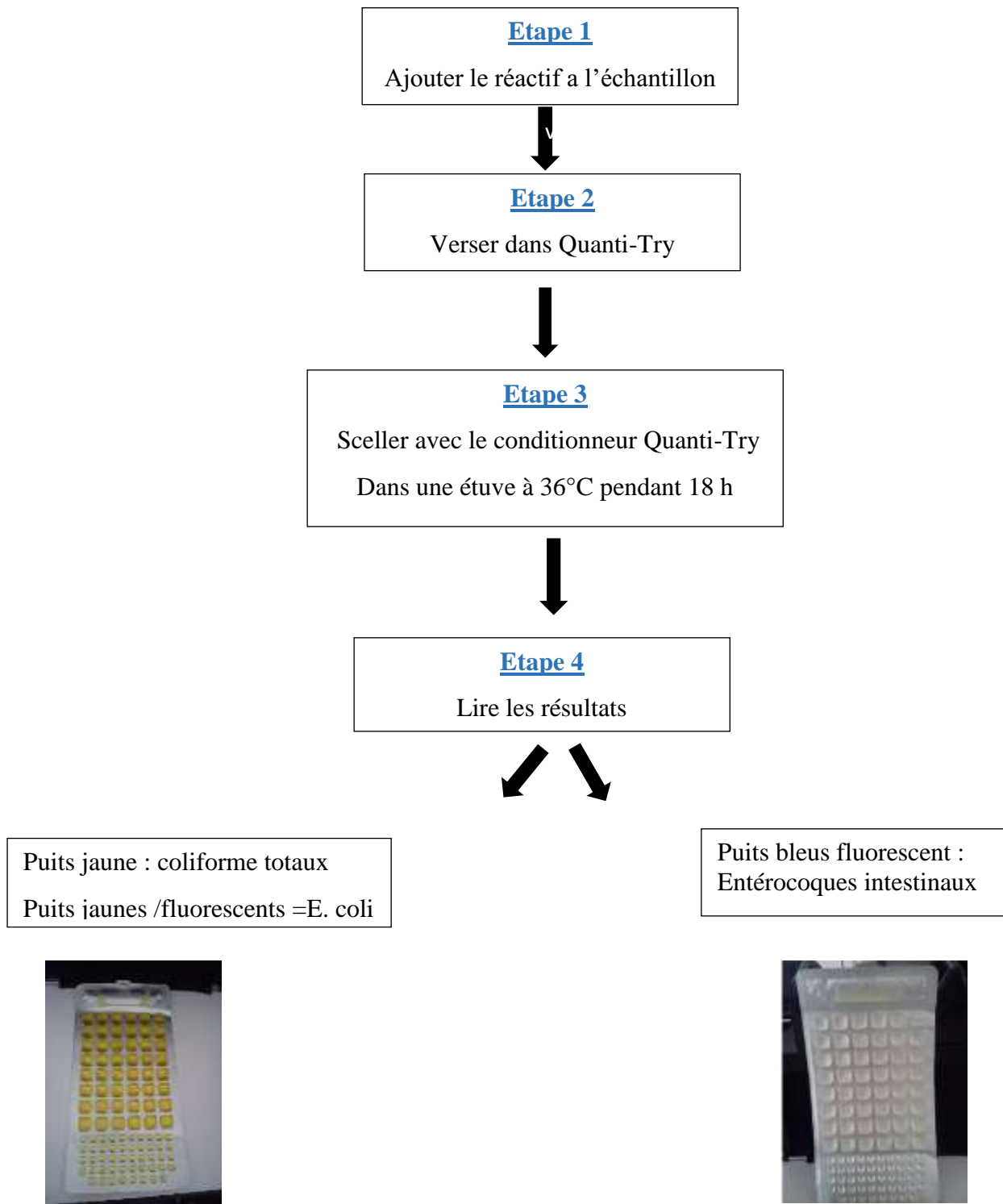


Figure V.1 : schéma de différente étapes pour la recherche des Entérocoques et coliforme

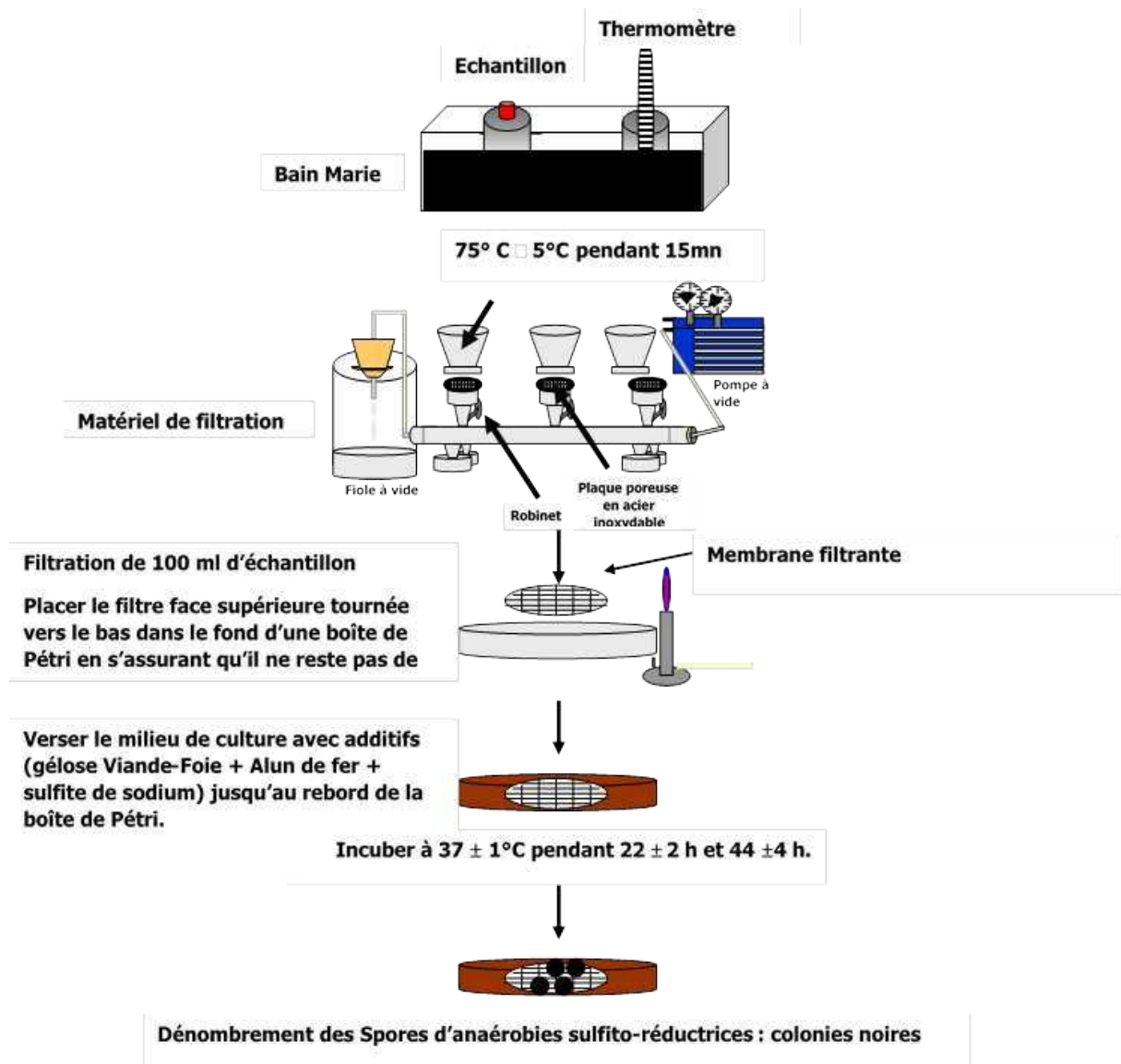


Figure V.2 : Technique de recherche des Clostridium(SEAAI,2013)

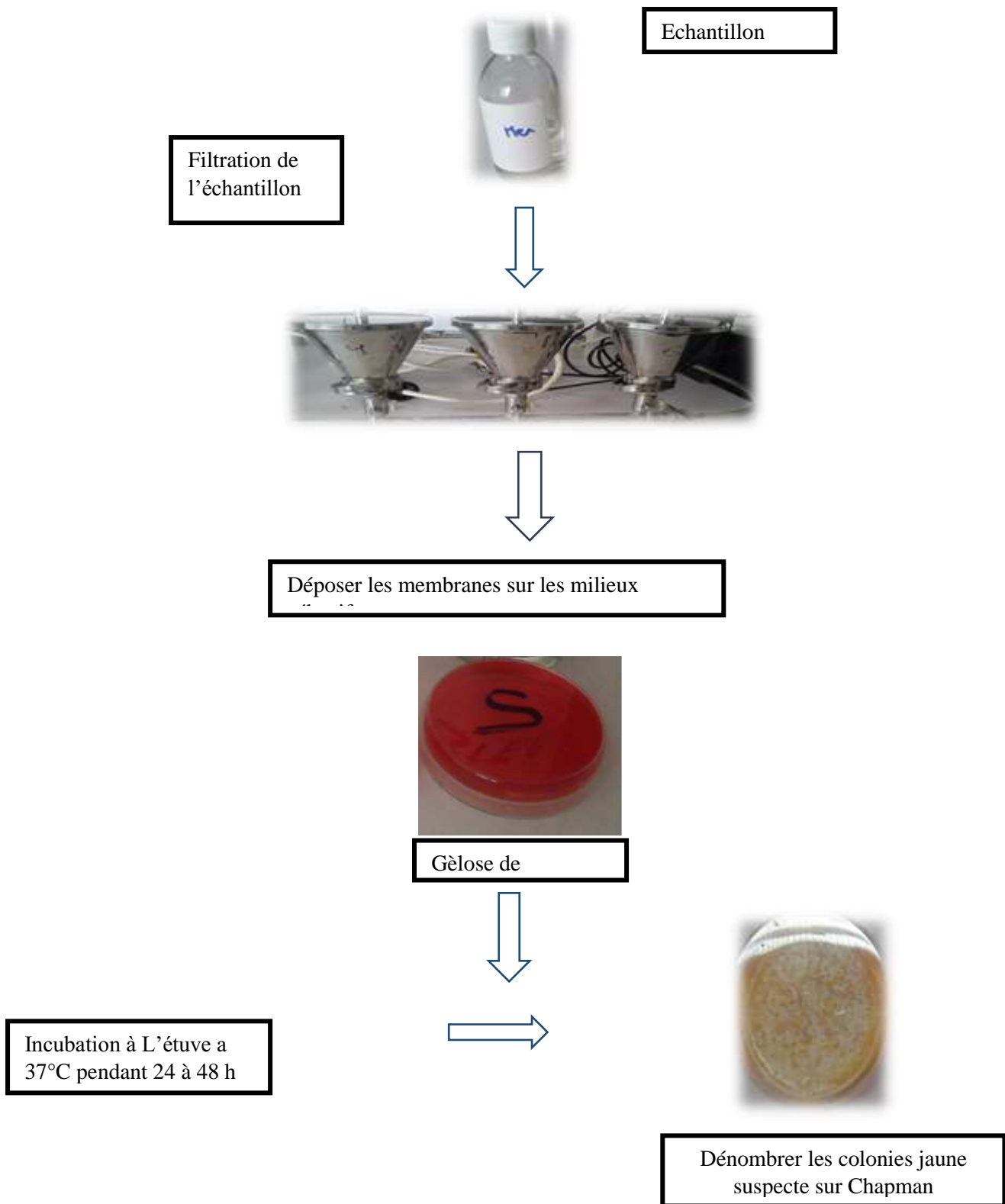


Figure V.3: Technique de dénombrement des staphylocoques

Chapitre 6 :

Résultats et discussion

Introduction

Après avoir réalisé les analyses physico-chimiques et bactériologiques, il convient de présenter les résultats de façon qu'ils soient facilement exploitable pour pouvoir déterminer l'effet des eaux usées épurées de la STEP de Boumerdes sur l'eau de mer, Pour l'interprétation de chaque paramètre analysé les taux obtenues ont été comparé aux normes algérienne en vigueur.

VI .1) Paramètres physico-chimiques :

VI .1.1) La température(T c°) :

Les valeurs de températures enregistrées à l'entrée et à la sortie de la STEP sont très rapprochées (17.2C°,16.7C° respectivement) et sont en relation avec la température ambiante. Ces valeurs se situent dans l'intervalle de température de développement des micro-organismes épurateurs (entre 4 et 35C°) (**Edelin, 1980**).

Les valeurs relatives de températures mesurées au niveau de la plage durant la période d'étude sont incluses dans l'intervalle de [19-22.3 C°] avec une moyenne de 20.65 C°, les valeurs maximales sont situées au niveau des points de prélèvements près de l'embouchure de l'oued TATAREG avec 23.2°C ce qui est probablement influencées par la température des eaux voisines ou elles se déversent, car ces dernières vont baisser au fur et à mesure qu'on s'éloigne du rejet de la cote vers le large.

Globalement la température moyenne du site étudié dépend du climat régional de type méditerranéen et elle reste conforme aux normes (<30 C°) (**Aminot et Kréouel, 2004**).

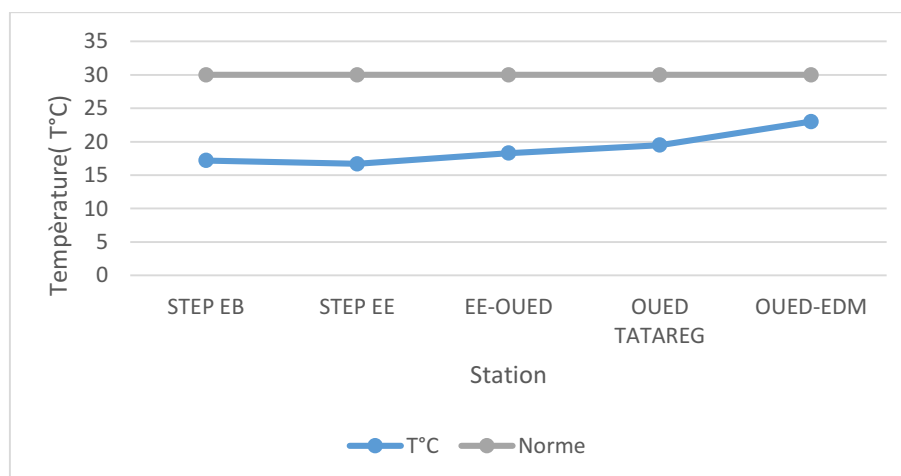


Figure VI.1: la variation de la température dans les différentes stations

VI 1.2) Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le potentiel d'hydrogène est un paramètre important qui doit être étroitement surveillé au cours des traitements, le pH varie entre 7.20 et 7.56 respectivement à l'entrée et à la sortie de la STEP. Ces valeurs relativement neutres permettent la biodégradation de la matière organique.

Les valeurs moyennes de pH mesuré au niveau de la mer indiquent une fluctuation entre 7.73 et 8.2 avec une moyenne 7.96. Les faibles valeurs de pH sont enregistrées au niveau du point d'embouchure de l'oued TATAREG qui conduit les eaux usées épurées ce qui a pu influencer et baisser les valeurs du pH au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de rejet les valeurs se stabilisent à environ 8.2 qui s'expliquent par l'effet tampon des eaux marines (**Rodier et al, 2005**). Cependant ces valeurs restent dans les limites fixées par la législation algérienne pour les eaux de mer (6 à 8) (**JORA, 2006**).

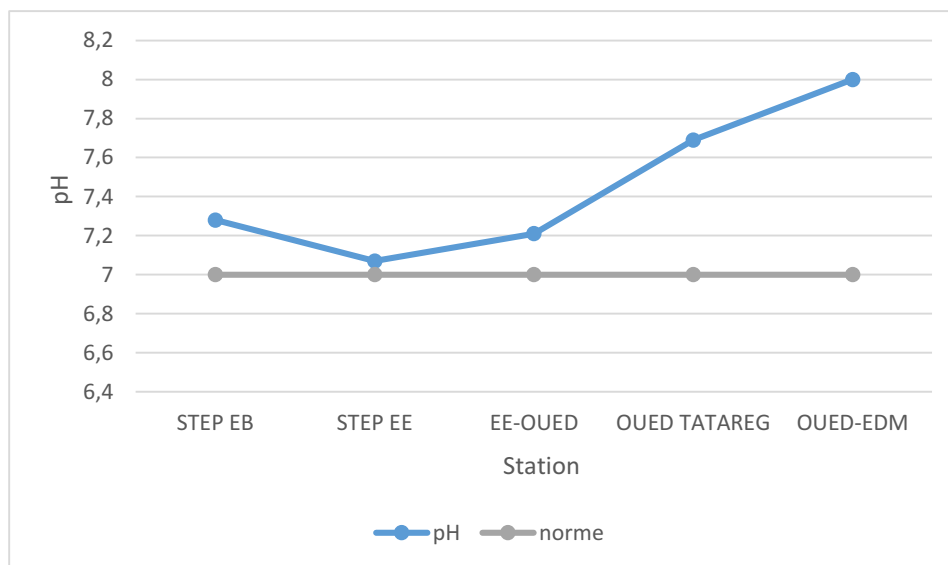


Figure VI.2: variation du potentiel hydrogène (pH)

VI 1.3) La conductivité électrique CON $\mu\text{S}/\text{cm}$:

La conductivité électrique d'une eau nous renseigne sur les variations de sa composition d'origine naturelle ou anthropique (Rodier, 1984).

À la lumière des résultats obtenus, on conclut que les eaux des différentes stations montrent une forte minéralisation. Les valeurs extrêmes maximales et minimales oscillent entre 4302.1 et 1211.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ notées respectivement au niveau de l'EDM et l'eau épurée de la STEP.

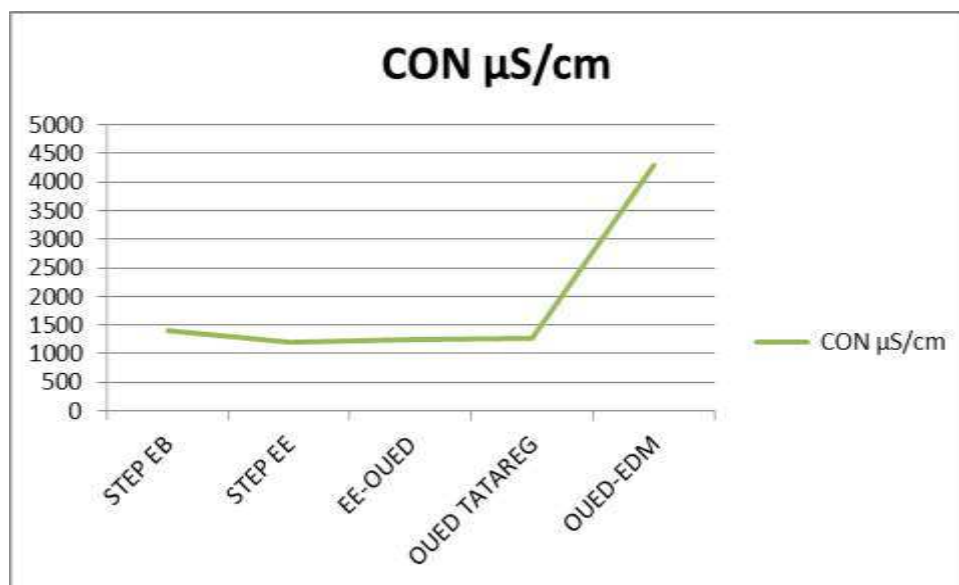


Figure VI.3: variation de la conductivité

VI 1.4) Matière en suspension (MES) mg/l :

La matière en suspension est très différente entre l'entrée et la sortie de la STEP ; elle est de 211.5 mg/l à l'entrée et de 10.1 à la sortie. Le traitement des eaux usées par boues activées est très efficace dans la réduction de MES dans la plus grande proportion semble être de la matière organique. Les valeurs moyennes des matières en suspension sont comprises entre 8.3 et 43.1 mg/l avec une moyenne de 18.58 mg/l , les concentrations les plus élevées sont enregistrées au niveau de l'embouchure de l'oued TATAREG ce qui explique la contamination de la mer par les eaux rejetées par ces derniers avec une moyenne en MES de 43,1 mg/l on rajoute aussi que ces teneurs sont aussi influencées par l'état de la mer (calme, agitée...).

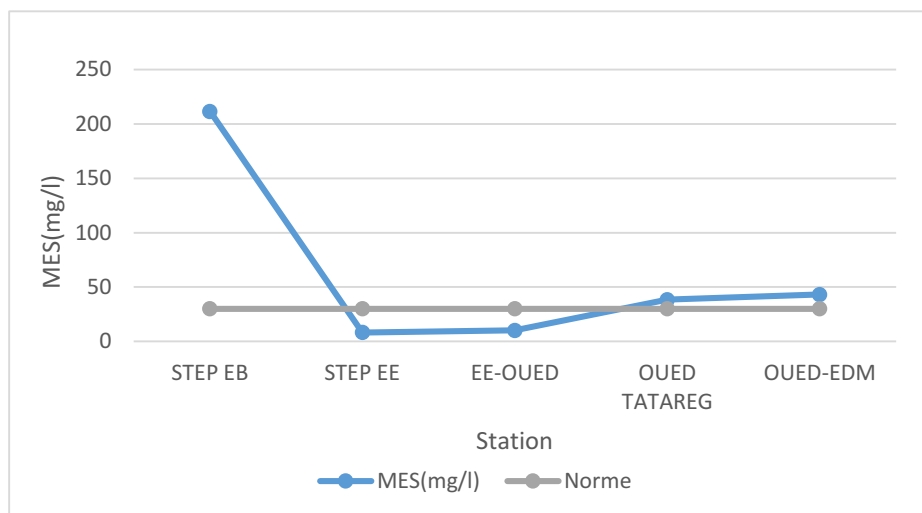


Figure VI.4 : variation de la matière en suspension (MES)

VI 1.5) La matière organique particulaire (MOP) mg/l:

La quantité de la matière organique est moyennement importante à l’entrée de la STEP suite à la surcharge de l’eau brute en composés particuliers. Le traitement de l’eau a permis une réduction considérable des MOP jusqu’à 5.04mg/l à la sortie de la STEP.

Les valeurs moyennes de matière organique au niveau de la mer varient entre 7.3 et 18.3mg/l avec une moyenne de 12.8mg/l. Les valeurs les plus élevées sont au niveau de l’embouchure de l’oued TATAREG, cela est dû au diversement des eaux apportées par ce dernier (26.7mg/l).

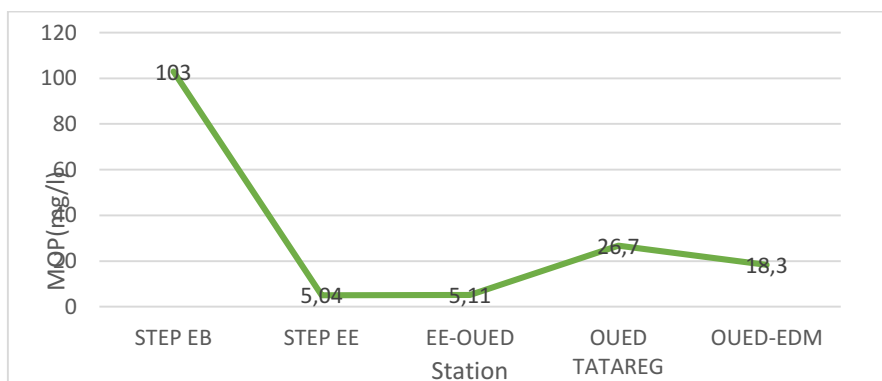


Figure VI.5 : variation de la matière organique (MOP)

VI 1.6) La demande biologique en oxygène (DBO₅) mg/l:

La matière organique contenue dans les eaux usées est susceptible d'être transformée selon différents processus. Tant que le milieu récepteur contient de l'oxygène dissous, ces processus suivent une voie de consommation d'oxygène qui est utilisée pour satisfaire au besoin biologique lors du métabolisme bactérien aérobie et anaérobie (**Bechac et al., 1987**).

Parmi les cinq stations étudiées nous enregistrons des valeurs excessivement élevées 200mg/l marquées au niveau de l'entrée de la STEP il s'agit bien des eaux brutes qui sont chargées en matières organiques. Or depuis la sortie de ces eaux traitées de la STEP on remarque une diminution significative avec une moyenne de 3.76.5mg/l.

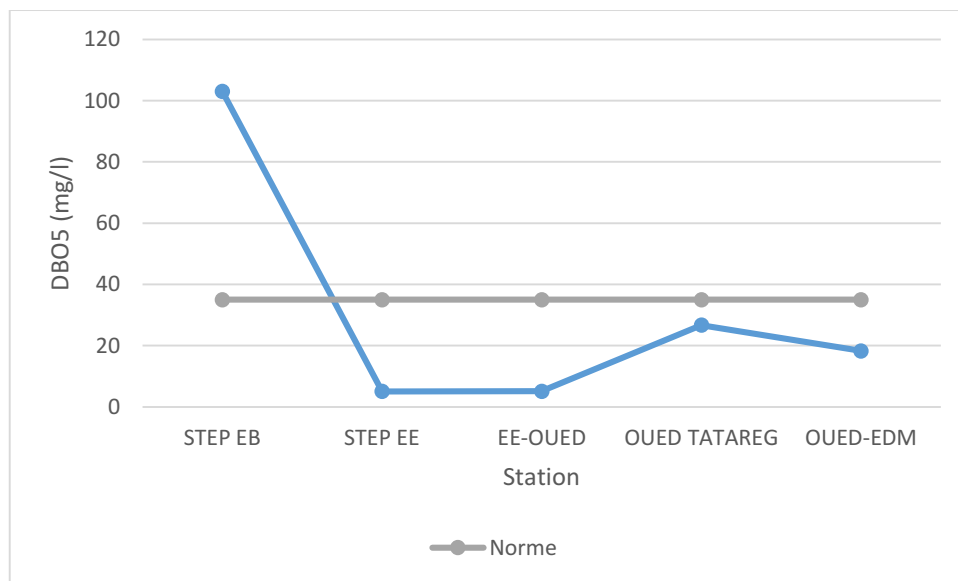


Figure VI.6 : la variation de la demande biologique en oxygène

VI 1.7) La demande chimique en oxygène (DCO) mg/l :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. A l'entrée de la STEP, la DCO en moyenne de 324.25mg/l. A la sortie de la STEP, la DCO moyenne est de 16.5mg/l on voit là une nette diminution de la concentration moyenne de la DCO du à la qualité de traitement de la STEP. En Comparaison avec la DCO des autres points de prélèvements ces valeurs sont minimales et inférieures à la limite autorisée pour les rejets des eaux usées épurées (90mg/l) à l'exception du point d'embouchure de l'oued TATAREG avec 76.9mg/l.

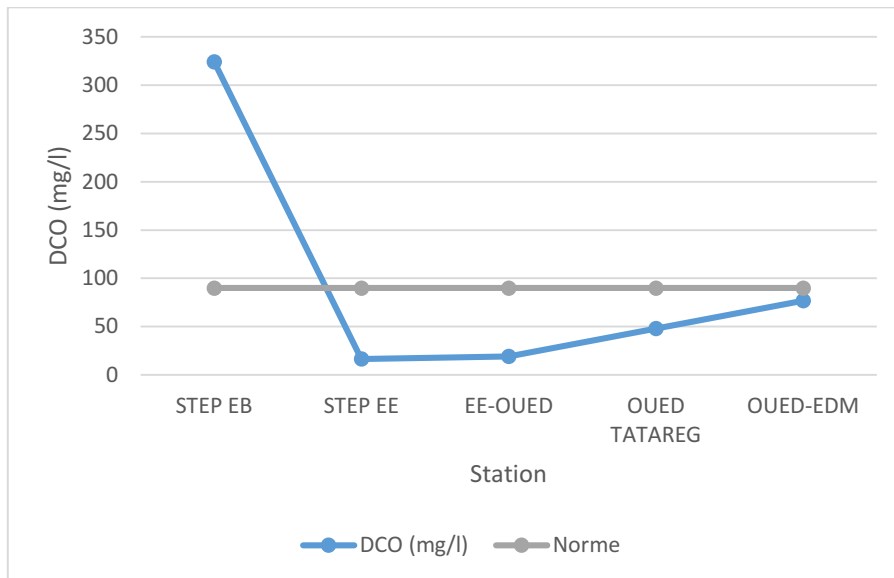


Figure VI.7: la variation de la demande chimique en oxygène

VI .1.8) Rendement d'épuration en DBO₅ :

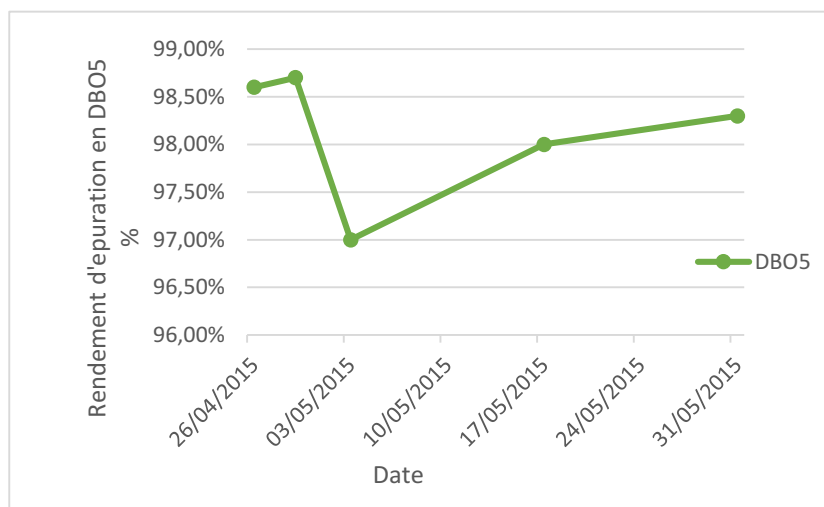


Figure VI .1.8: Rendement d'épuration en DBO₅ (%) de la STEP

VI. 1.9) Rendement d'épuration en DCO

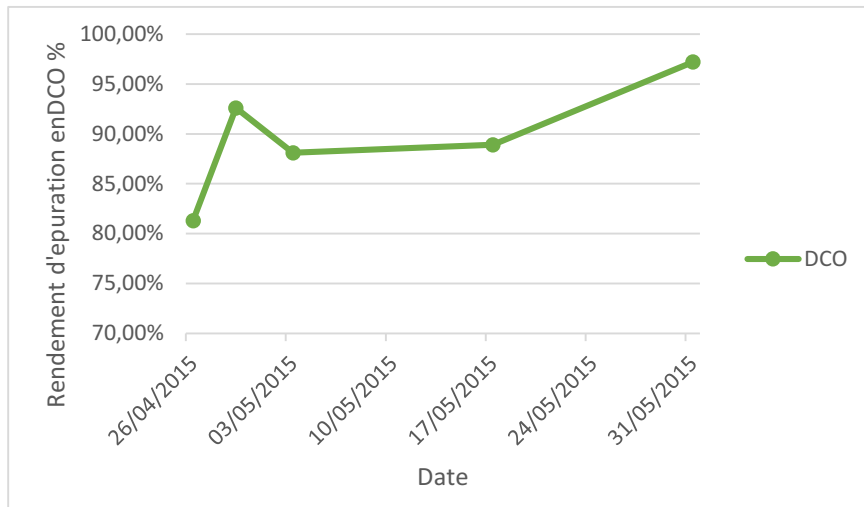


Figure VI.1 9: Rendement d'épuration en DCO(%) de la STEP

VI 1.10) Rendement d'épuration en MES(%)

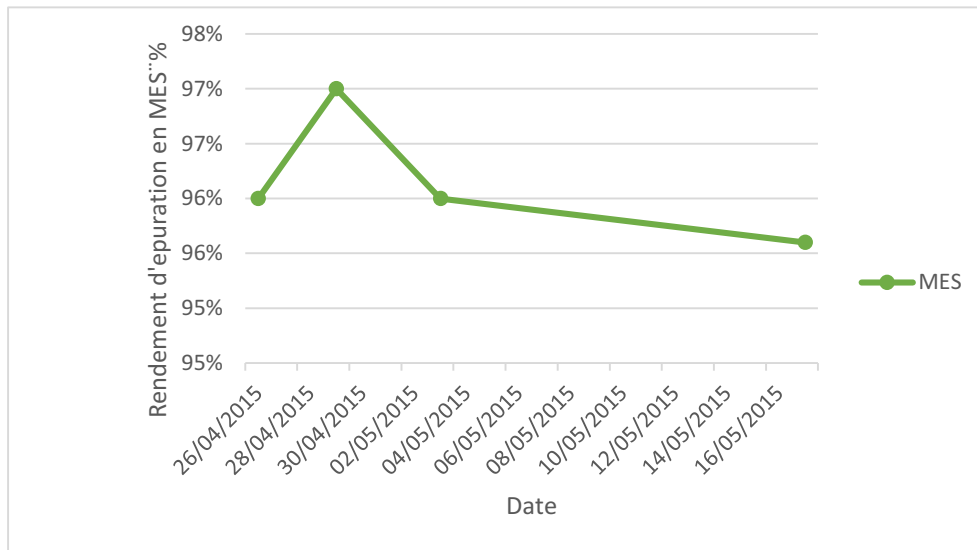


Figure VI.1.10 : Rendement d'épuration en MES (%) de la STEP

Les figures 8, 9,10 montrent que la performance de la DCO, DBO, MES sont de même ordre de grandeur, à travers le rendement d'épuration nous voyons bien l'efficacité de traitement des eaux brutes au sein de la STEP de BOUMERDES, ainsi que les eaux usées épurées rejetés sont conformes aux normes.

VI. 2) Les paramètres bactériologiques :

L'analyse bactériologique vise à la recherche et le dénombrement des germes suivants : coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs. Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.

Les résultats seront exprimés sous forme de tableaux représentés en annexes.

VI.2.2) Les coliformes totaux (CT)

Les concentrations les plus élevées sont enregistrées au niveau de l'embouchure de l'oued TATAREG dans l'eau de mer et aussi dans les eaux brutes à l'entrée de la STEP avec des valeurs (>2420 NPP/100 ml).

Toutes les autres stations relèvent des concentrations moyennes en coliformes totaux qui se réfèrent aux normes guides.

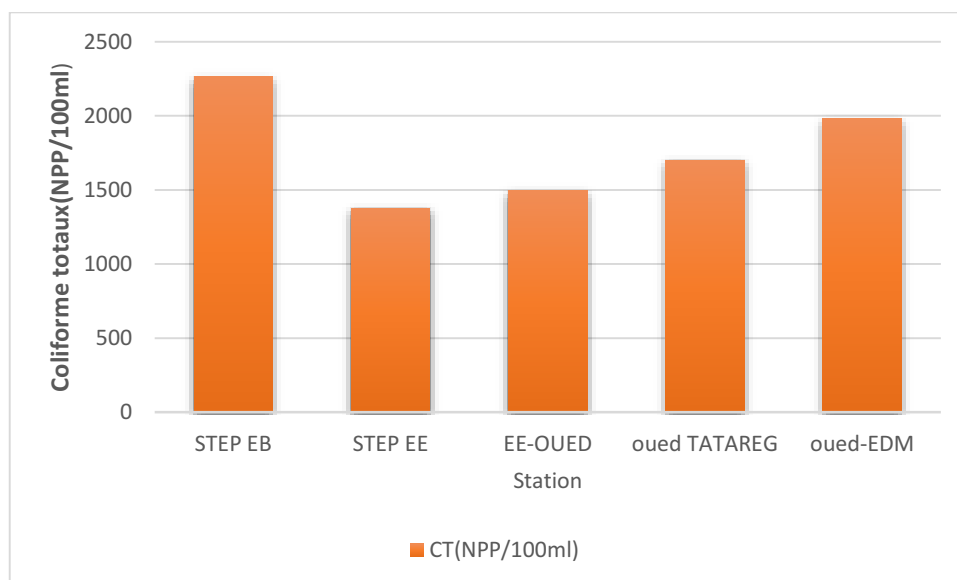


Figure VI.11: variation des concentrations moyennes des coliformes totaux en fonction des différentes stations.

VI .2.2) Les coliformes fécaux (CF) :

Les concentrations moyennes des coliformes fécaux sont inférieures aux coliformes totaux. Selon les normes algériennes la valeur guide ne dépasserait pas (100CF/100ml) les concentrations enregistrées au niveau des différentes stations sont inférieurs à cette valeur guide avec une concentration moyenne de (50CF/100ml).

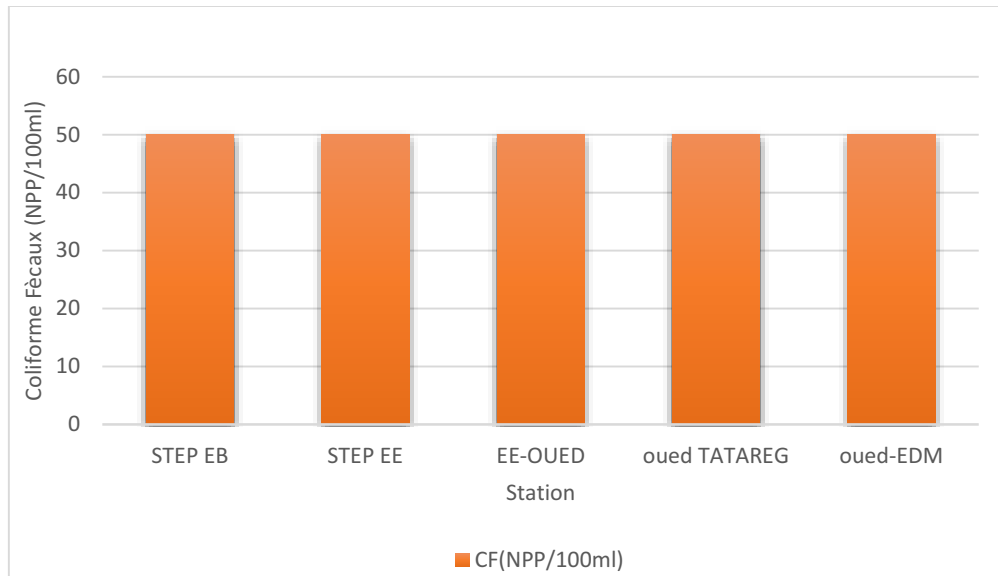


Figure VI.12: variation des concentrations moyennes des coliformes fécaux en fonction des différentes stations.

VI 2.3) Les entérocoques ou streptocoques totaux (ST)

Les streptocoques sont les meilleurs témoins de la contamination fécale (**Brisou et Denis, 1980**)

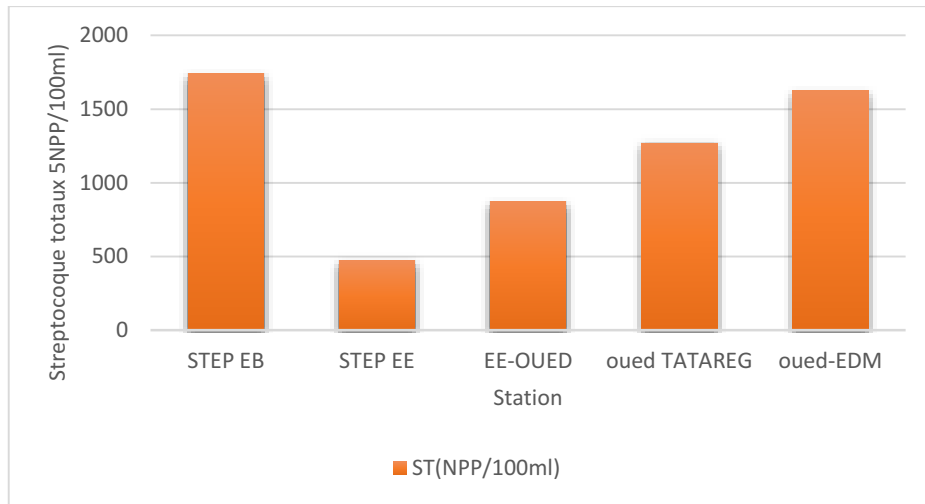


Figure VI.13 : variation des concentrations moyennes des streptocoques totaux en fonction des différentes stations.

VI .2.4) Les entérocoques ou streptocoques fécaux (SF) :

Les concentrations les plus élevées sont enregistrées au niveau de l'entrée de la STEP qui dépasse les normes (100 SF/100ml). Il s'agit des eaux brutes qui sont chargées en ces germes de contamination fécale.

On constate une nette diminution de la concentration en SF dans ces eaux une fois traitées.

La station qui concerne la mer présente des valeurs plus au moins élevées du au rejet de l'oued qui déverse directement dans la mer.

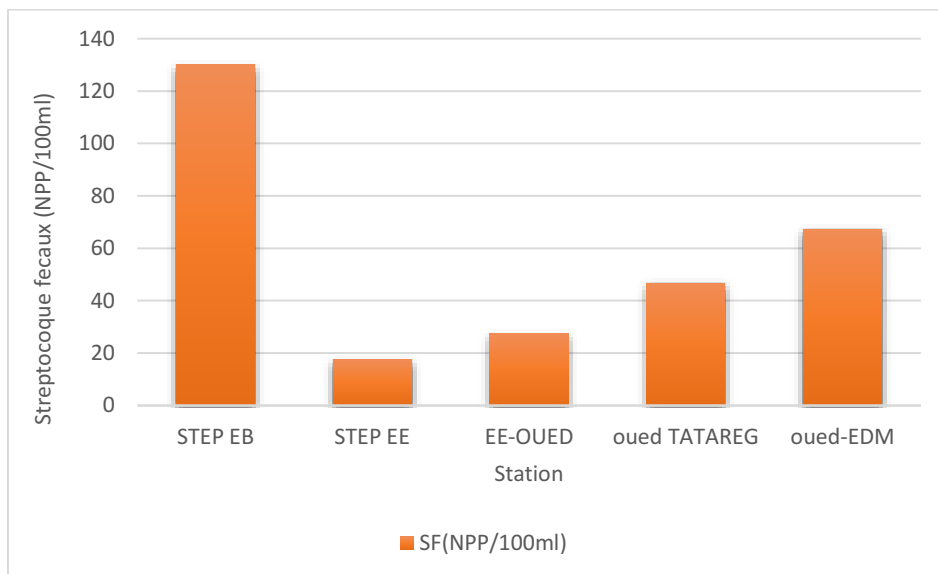


Figure VI.14 : variation des concentrations moyennes des streptocoques fécaux en fonction des différentes stations.

VI.2.5) Les clostridium sulfito-réducteurs (CSR)

Ce groupe renferme les anaérobies sporigènes, dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Il est normalement présent dans les fèces et en plus grand nombre qu'E.coli.

Toutes fois ils ne sont pas d'origine exclusivement fécale et leur présence dans l'environnement peut avoir d'autres origines (Emmanuel, 2003)

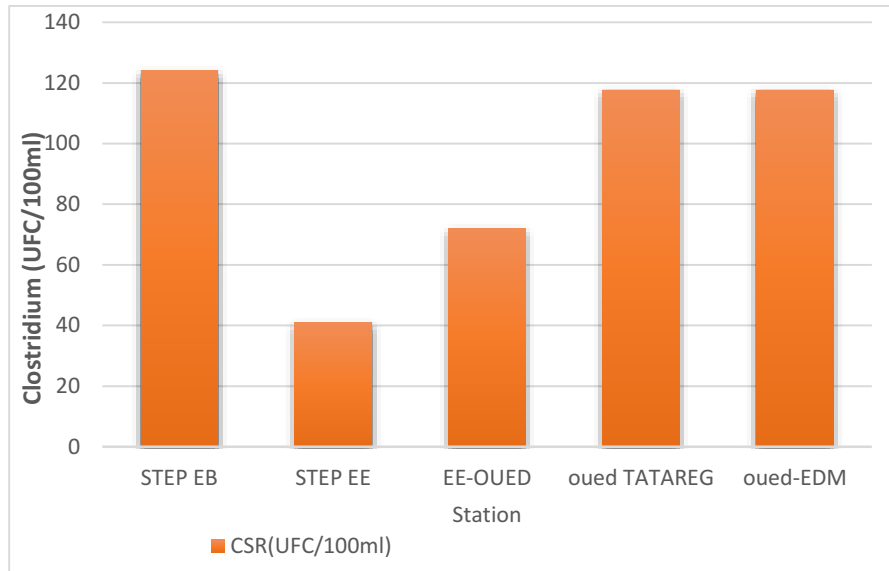


Figure VI 15: variation des concentrations moyennes de clostridium sulfito-réducteurs (CSR) en fonction des stations

Conclusion :

Le suivie et la caractérisation physico-chimique et bactériologique des effluents de la station d'épuration de Boumerdes nous permettent d'en savoir plus sur la qualité de ces eaux. On a remarqué néanmoins la stabilisation des paramètres physico-chimiques des effluents suivant leur trajet depuis la station jusqu'à la mer, par ailleurs on note une augmentation des paramètres bactériologiques qui peut être dû aux impuretés apporté par l'oued TATARE. Cependant on ne peut pas dire sur la contamination ou pas de ces eaux car notre période d'étude a été assez courte et il faut bien allonger la durée et en faire un suivie saisonnier afin qu'on puisse en déduire la cause et l'origine de cette hausse de la charge bactérienne.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Nous avons tenté à travers ce travail d'établir un suivi de la qualité des eaux usées épurées issues de la station d'épuration de la ville de Boumerdes jusqu'à leur acheminement final l'eau de mer.

Au début, nous avons fait un recensement des différentes informations sur les eaux usées et leurs traitements pour pouvoir maîtriser les principaux paramètres pouvant les caractériser.

Ensuite, Nous nous sommes penchés sur la description de la région d'études où est implanté la station d'épuration de Boumerdes sur laquelle on a choisie de faire notre étude et de décrire l'acheminement de ces eaux usées épurées jusqu'à leur destination finale l'eau de mer.

La partie pratique de notre travail a été consacré sur l'analyse des paramètres physico-chimiques (la T°C, pH, Conductivité MES, MO, DCO, DBO) et bactériologiques (les Coliformes Totaux, coliformes fécaux Streptocoque totaux et fécaux, clostridium, staphylocoques) qui vont nous permettre d'identifier la qualité des effluents de la STEP et leur effet sur l'environnement marin.

Le dernier chapitre présente les résultats obtenues des analyses des paramètres physico-chimiques et bactériologiques qui nous démontre que :

Les effluents à l'entrée de la STEP sont un peu chargé en MES avec une présence d'une charge élevée de la charge organique importante (MOP, DCO, DBO) qui diminuent en sortant de la station et subissent une légère augmentation au niveau de l'embouchure de l'eau de mer.

Aussi pour les paramètres bactériologiques la charge bactériologique est élevée au niveau des 5 stations pour les types suivants : coliformes totaux, E. coli, streptocoques et clostridium.

Après avoir réalisé notre stage au niveau de Station de Boumerdes, nous estimons enfin avoir atteint notre objectif qui vise de faire le suivi des eaux usées épurées jusqu'à leur acheminement final et d'extraire leur effet sur l'environnement marin

Nous revenons sur quelques points qui semblent utiles dans le but de valoriser les déchets de la STEP de Boumerdes et éviter les effets négatifs sur l'environnement :

- ✚ Procédé à un suivi régulier tout au long de l'année de façon saisonnière, en rajoutant quelques paramètres tels que: l'analyse des sels nutritifs et des micropolluants.

- ✚ La station doit être renforcée par la construction de nouveaux ouvrages, notamment un réseau d'égouts de faible diamètre, pour la collecte et le traitement des eaux usées des villas adjacentes de l'oued de TATAREG.
- ✚ La réutilisation des eaux usées épurées de la STEP dans d'autres domaines comme l'agriculture, le domaine industrielle, exploitation forestière.
- ✚ Pour rendre la STEP rentable, nous vous proposons de faire la méthanisation des boues pour extraire le méthane qui va lui servir comme une énergie renouvelable pour la production de l'électricité et rendre la STEP.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- AFNOR (1999).** Qualité biochimique et microbiologique de l'eau. Tome 4, 296 p. ISBN 9782121790206.
- ADEME (1996).** Les boues d'épuration municipale et leurs utilisations en agriculture : Dossier documentaire. Ademe, 58 p.
- ADLER, E. (2005).** Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement. Cours sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement – ENTPE, 87 p.
- AMINOT, A., KEROUEL, R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ifremer, 336 p. ISBN 978-2-84433-133-5.
- AROUYA, K. (2011).** Pollution des eaux : Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. Maroc : Universitaire européennes, 94 p. ISBN 6131559376.
- ASANO, T. (1988).** Waste water reclamation and reuse. Water control federation. Vol 60.N° 6, 3 p.
- BADIA-GONNDARD, F. (2003).** L'assainissement des eaux usées. Techni cités, 231 p.
- BASSOMPIERRE, C. (2007).** Procédé à boue activée pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèle. Thèse de doctorat : Automatique : Grenoble : institut national polytechnique de Grenoble, 232 p.
- BECHAC, J et AL. (1987).** Traitement des eaux usées. 2ème Edition: Paris: Eyrolles, 281 p.
- BENALLAOUA, S. (2013).** Suivie de la qualité physico-chimique des effluents de la station d'épuration des eaux usées « domestique » de Beni Messous : Traitement complémentaire par photo-catalyse. Thèse de magister. Discipline : océanographie-climatologie : Ecole nationale supérieure de science de la mer et de l'aménagement du littoral d'Alger, 100 p.
- BENBLIDIA, M. (2011).** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique : Etude nationale. Algérie: Plan Bleu. Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, 24 p.
- BLIFFER, C., PERRAUD, S. (2001).** Chimie de l'environnement : Air, eau sols, déchets. Paris : De Boeck , 477 p. 2-7445-0086-0.

- BLUM, A., GUIRAUD, A., ROUZEAU, O. (2014).** Suivre de la turbidité des eaux de Guyan. Etats des lieux et recommandations. Approche par télédétection. Kaliteo environnement, 160 p. Rapport BRGM/RP-61632-FR.
- BAUMONT, S. (2005).** Réutilisation des eaux usées épurées : Risque sanitaire et faisabilité en ile de France. Institut d'aménagement et d'organisme d'ile de France /Observatoire de santé de la région ile de France, 200 p.
- BOEGLIN, J.C. (2002).** Traitement physico-chimique de la pollution soluble Technique de l'ingénieur G 1270, 20 p.
- BOEGLIN, J.C. (2000).** Inventaire des traitements des eaux résiduaires, Techniques de l'ingénieur, J 3 940.11 p.
- BOEGLIN, J.C. (2000).** Traitements et destinations finales des boues, Techniques de l'ingénieur. J 3 944, 4 p.
- BOUTIN, P. (1981).** Problème sanitaire résultant de l'utilisation agricole des eaux usées et des boues résiduaires. Vol 12.N° 2. Groupement Bordeaux, Section qualité des eaux, 547-555 p.
- BRISOU, J., DENIS, F. (1978).** Hygiène de l'environnement maritime. In collection des biologies des milieux marins. Paris : Erreur Périmé Masson, 228 p.
- CARDOT, C. (1999).** Les traitements de l'eau : Procédé physico-chimique et bactériologiques. Ellipses Marketing, 247 p. 2-7298-5981-0.
- CHORUS, I and BARTRAM, J. (1999).** Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. London: E & FN Spon Health, 111 p.0-419-23930-8
- DEGREMONT. (1989).** Memento technique de l'eau. Tome 1 et 2 : 9^{ème} éd : Paris : Technique et documentation Lavoisier, 1459 p.
- DEGREMONT. (2005)-**Mémento technique de l'eau Tome 2 :10^{ème} éd : Paris, 2503 p.
- DEVILLERS, J et AL. (2005).** Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface :cadre general.Institu Bruxelles pour la gestion de l'environnement/Observatoire de données de l'environnement,16 p.

- EDELIN, F. (1997).** L'épuration biologique des eaux. Théorie & technologie des réacteurs. 4^{ème} éd : Paris : Thec et doc, 153 p.
- EDELIN, F. (1980).** L'épuration biologique des eaux résiduaires : théorie et technologie des réacteurs. Ed tech et doc: Paris, France : 306 p.
- ELSKEN, M. (2010).** Analyse des eaux résiduaires, mesure de la pollution. Technique de l'ingénieur, 31 p.
- EI-FADEL, M., KHOURY, R. (2000).** Modeling Settlement in MSW Landfills: Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 30, 3, 327-361 p.
- EMILLIAN, K. (2009).** Traitement de la pollution industrielle : eau air, déchet, boues. 2^{ème} éd : DUNOD, 89 p. 9782100521043.
- FABYJ, A., BRISSAUD, F. (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Compte rendu d'étude de l'Office International de l'Eau, 82 p.
- FAO. (2003).** Irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'utilisation FAO, 73 p.
- FRANCK, REJSEK (2002).** Analyse des eaux aspect règlementaires et techniques. : Bordeaux :CRDP d'aquitaine, 360 p.
- GAUJOUS, D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Tec et doc, 220 p.
- Gomella, C., Guerre, H. (1978).** Le traitement des eaux publiques, industriel et privées. Paris : Eyrolles, 220 p.
- GISEL, BAOK. (2007).** Pollution des eaux et rivière et impact sur les populations riveraine : cas de la rivière Mgoua dans la zone industrielle Douala-Bassa. Mémoire de master 2 : Gestion de l'eau : Université de Dschang-FASA Cameroun : Faculté d'agronomie et de science agricole, 90 p.
- GRULOIS, P., et al. (1996).** Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme... en boues, L'eau, l'industrie, les nuisances, la revue de l'industrie l'eau et nuisance. N°195,42-46 p .
ISSN 0755-5016
- HADDOU, M. (2010).** Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédé Fenton, photo-fenton et photo catalyse. Thèse de doctorat. Chimie micromoléculaire et supramoléculaire. Université Toulouse 3-Paul Sabatier.196 p.

- HARTANI, T. (2004).** La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de Mitidja en Algérie. Projet INCO-WADEMED. Acte du Séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée. Rabat, 2004, 12 p.
- JAMET, PH. Et AL. (1996).** Quantification de la vulnérabilité aux pollutions du site de captage du polygone (communauté urbaine de Strasbourg), Revue d'hydrogéologie, N°1, 25-37 p.
- JARDE, E. (2005).** Composition organique de boues résiduaires de station d'épuration lorraines : caractérisation moléculaire et effets de la biodégradation. Thèse de doctorat. Science de l'univers. Université Henri Poincaré. Nancy1, 287 p.
- JACQUET, V. (1999).** Déminéralisation par électrodialyse en présence d'un complexant application au lactosérum. Thèse de doctorat. Polytechnique, d'université Toulouse : Institut National Polytechnique, 122 p.
- JELLAL, J. (1996).** Contribution à l'optimisation des performances d'un chenal algal à haut rendement dans l'élimination de la matière organique. Thèse d'état, Université Sidi Med Ben Abdellah, Maroc, 200 p.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (JORA).** N°26, Avril 2006.
- Karoune, S. (2007).** Effets des boues résiduaires sur le développement des semis du chêne liège », mémoire de Magistère, université Mentouri, Constantine, Algérie. 200 p.
- KJELDTSEN, P., et AL. (2002).** Present and long-term composition of MSW landfill leachate. in Critical Review Environmental science and biotechnology. Vol 32, N° 4, 297-336 p.
- LAZAROVA et AL (2003).** Water science technologie. Water supply. Ed IWA, 120 p
- LECLERC H., MOSSEL D.D.A. (1989).** Microbiologie : Le tube digestif, l'eau et les aliments. Paris: Doin, 529 p.
- LOOSER, O.M., et AL. (1999).** Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces, in water resources and the environment. n°17, Vol 33, 3609-3616 p.
- MAYNARD, D.N., HOCHMUTH, G.J. (1997).** Knott's Handbook for Vegetable growers, 582 p.

- MARC, LAIME. (2003)** . L'eau. Pénurie, pollution, corruption. Paris :Seuil,396 p.
- Marttinen, S.K.,et AL. (2003)**. Removal of bis (2-thylhexyl) phthalate at a sewage treatment plant. Water Research. N°37, 1385-1393 p
- MONIQUE, HENRY. (1999)**. Chimie des eaux ,2^{ème} éd: Le griffon d'argile, 537p.
- MOLETTA, R. (2008)**. La méthanisation. Paris :Tech et doc, 552 p.
- ONA (2001)**. notice d'exploitation. Document interne de l'Office National de l'Assainissement, 53 p.
- OMS (2012)**. L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères : Volume 2 utilisation des eaux en agriculture .Genève : Organisation sanitaire mondiale, 254p.
- OMS (2011)**. Statistique sanitaire mondiale. Genève : Organisation sanitaire mondiale 170 p.
- Paul, E., et AL. (1999)**. Perspectives de recherche et d'innovation pour une réduction de la production des boues urbaines, Journée technique : station d'épuration comment maîtriser à la source la qualité et la quantité des boues, INSA, Toulouse (France), 29 avril 1999. 6 p.
- Papadakis, J. A. (1982)**. Factors and problems concerning the bacteriological examination of sea water. VII^{ème} journée. Etude pollution. Canne (2-4 décembre), 545-550 p.
- Rodier, J et al. (1996)**. Analyse de l'eau : eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 9^{ème} éd. Paris : DUNOD, 1983p.
- RODIER, J.et al. (2005)**. L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer.8^{ème} éd. Paris : DUNOD, 1381 p
- Salhi, M. (2003)**. Procédés couplés boues activées-ozonation pour la réduction de la production de boues : étude, modélisation et intégration dans la filière de traitement de l'eau, Génie des procédés de l'environnement, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 360 p.
- Satin, M et Selmi, B. (2006)**. Guide technique de l'assainissement, 3^{ème} éd. Le moniteur , 724 p.

SEAL (2013). Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-reductrices méthode par filtration sur membrane, 5 p.

PONY, ANAELLE. (2009). Estimation de performance épuratoire : Caractérisation de boues de station d'épuration. Mémoire de master 2: Science de l'univers et de l'environnement, Ecologie: Ecole national supérieure de chimie de paris, 49p.

PONS, M.N., BELHANI, M., BOURGEOIS, J., DUPUIT, E. (2008). Analyse du cycle de vie, Epurations des eaux usées urbaines. Techniques de l'ingénieur, 582 p.

TAMRABET, L. (2011). Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Thèse de Doctorat en sciences : Université Hadj Lakhdar, Batna Algérie, 147 p.

VON SPERLING, M. (2007). Waste water characteristics treatment and disposal. Vol 1: New York: IWA, 304 p.

ANNEXE

Annexe 1



Figure 1 : Balance de précision



Figure 2: Rampe de filtration



Figure 4:OXITOP



Figure 5 : Réacteur de DCO



Figure 6 : Conductimètre de paillasse



Figure 7: Réactif de DCO

Annexe 2



Figure 1 : Plateau Quanty-
Try



Figure 3 : Garniture de
caoutchouc de réserve Quanti-
Try



Figure 5 : Rampe de
filtration



Figure 7: Conteur de
colonie



Figure 2: Lampe U.V

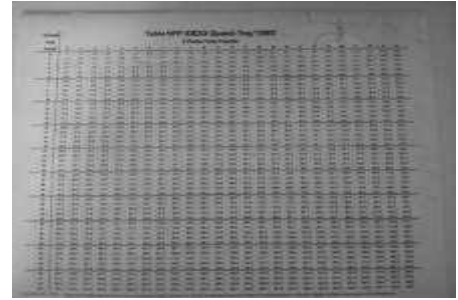


TABLE NPP INDEXX Quanty- Try	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

Figure 4: Table NPP INDEXX Quanty-
Try



Figure 6: Filtre de cellulose



Figure 8 : Bain marie



Figure 9: Enterolert-E, Colilert-18



Figure10 : Milieu de culture



Figure 11: Boite de pétrie



Figure 12 : Etuve

Annexe 3

Tableau : Gamme d'estimation de la DBO₅

DBO ₅ (mg/l)	Prise d'essai (ml)	facteur
0-40	432	1
40-80	365	2
80-200	250	5
200-400	164	10
400-800	97	20
800-2000	43.5	50
2000-4000	22.5	100

Reactifs de la DCO :

1. Acide sulfurique 4mol.l⁻¹

Ajouter à environ 500ml d'eau déminéralisée ,220 ml d'acide sulfurique concentré.

Laisser refroidir et diluer a 1000ml avec de l'eau déminéralisée.

2. Acide sulfurique sulfate d'argent :

Ajouter 10g de sulfate d'argent (Ag₂SO₄) a 40 ml d'eau déminéralisée

Ajouter 960 ml d'acide concentré

Agiter et laisser reposer 1 a 2 jours

3. Sulfate de fer () et d'ammonium un sel de Mohr [(NH₄)₂Fe(So₄)₂ 6 H₂O] a 0.12 mol.l⁻¹

Dissoudre 47 g de sulfate de fer () et d'ammonium dans de l'eau déminéralisée

Ajouter 20 ml H₂SO₄ concentré. Refroidir et diluer a 100ml, cette solution doit être étalonnée journallement.

4. Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) a 0.04 mol.l^{-1}

Dissoudre 80 g de sulfate de mercure dans 800 ml d'eau déminéralisée

Ajouter 11.767 g de dichromate de potassium, préalablement séché a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant 2h

Transvaser dans une fiole jaugée de 1000ml et compléter au volume avec de l'eau déminéralisé

Cette solution est stable pendant 1mois

5. Féroïen :

Dissoudre 0.7 g de sulfate de fer (II) dans l'eau déminéralisé ; Ajouter 1.50 g de phénanthroline monohydrate et agiter jusqu'à dissolution

Diluer a 100 ml

Annexe 4

Mode opératoire de recherche et dénombrement des Bactéries coliformes, d'E. Coli et d'entérocoques intestinaux

- Ramener l'échantillon à température ambiante et l'homogénéiser
 - Prélever 100ml de l'échantillon a analysé
 - Ajouter le contenu d'une dosette du réactif prêt à l'emploi : Colilert18 ou Enterolert- E
 - Homogénéiser sans produire de mousse et attendre quelques minutes la dissolution complète.
 - Choisir selon la typologie de l'eau à analyser le plateau Quanti-Try.
 - Verser les 100 ml de mélange réactif / échantillons dans le plateau Quanti-try en prenant soin d'éviter tout contact des mains ou du flacon avec l'intérieure de la pochette
 - Sceller les plateaux dans le Quanti-Try sealer
 - Incuber les plateaux puit vers le haut :
 - Colilert18 :36°C ±2 pendant 24 h ±2
Si un échantillon inoculé au COLILERT 18 est incubé au-delà de 18 heures par inadvertance, le résultat reste stable pendants 4heure supplémentaire (durée d'incubation maximal : 22h)
- Pour les Enterolert-E : 36°C±2 pendant 24h ±2.

Annexe 5

1) Résultats des analyses physico-chimiques :

a) Température (C°)

	26-04-2015	29-04-2015	3-5-2015	17-3-2015	31-05-2015
STEP EB	17.2	19.38	17.77	18.52	19.92
STEP EE	16.7	19.1	17.04	17.24	16.38
EE-OUED	18.3	19.8	17.59	17.83	16.89
OUED TATAREG	19.4	20.1	18.3	18.39	17.48
OUED- EDM	23	21.6	19.7	20.13	19.65

b) pH :

	26-04-2015	29-04-2015	3-5-2015	17-5-2015	31-05-2015
STEP EB	7.3	7.44	7.09	7.22	7.32
STEP EE	7.07	7.14	7.04	7.01	7.27
EE-OUED	7.2	7.3	7.2	7.19	7.34
OUED TATAREG	7.43	7.4	7.37	7.38	7.46
OUED- EDM	8	8.01	7.98	8	8.03

c) Matière en suspension MES (mg/l)

	26-04-2015	29-04-2015	3-05-2015	17-05-2015	31-05-2015
STEP EB	211.5	340	310	320	129
STEP EE	8.3	9	10	14	11
EE-OUED	10.2	11.2	13.4	17.3	14.3
OUED TATAREG	38.4	35.4	38.6	28.4	25.6
OUED- EDM	43 .1	40.3	42.9	39.5	34.9

d) Matière organique particulaire MOP (mg/l)

	26-04-2015	29-04-2015	3-05-2015	17-05-2015	31-05-2015
STEP EB	103	98.76	152	118	109
STEP EE	5.04	5.69	6.3	7.5	5.6
EE-OUED	5.11	5.86	6.84	7.69	6.1
OUED TATAREG	26.7	30.4	25.43	27.3	18.2
OUED- EDM	18.3	21.6	26.9	32.6	18.7

2) Résultats des analyses Bactériologiques

a) Résultats des analyses des eaux de mélange (EDM-oued) :

	26/04/2015	29/04/2011	03/05/2015	17/05/2015	31/05/2015
Coliformes totaux (NPP/100ml)	2420	>1011	<2420	2420	>1639
Coliformes fécaux (NPP/100ml)	50	50	50	50	50
Streptocoques totaux (UFC/100ml)	2420	>1900	>1011	>1800	>1011
Streptocoques fécaux (UFC/100ml)	49	48	43	50	49
Clostridium (CSR) (UFC/ml)	absence	103	150	200	135

b) Les résultats des analyses de l'eau de l'oued TATAREG :

	26/04/2015	29/04/2011	03/05/2015	17/05/2015	31/05/2015
Coliformes totaux (NPP/100ml)	2420	>1011	>1011	2420	>1639
Coliformes fécaux (NPP/100ml)	50	50	50	50	50
Streptocoques totaux (UFC/100ml)	2420	>1011	>1800	>1639	>1900
Streptocoques fécaux (UFC/100ml)	50	43	43	49	48

Clostridium (CSR) (UFC/ml)	absence	200	103	150	135
--------------------------------------	---------	-----	-----	-----	-----

c) Résultats des analyses des eaux brutes et épurées de la STEP :

	26/04/2015		29/04/2011		03/05/2015		17/05/2015		31/05/2015	
	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE
Coliformes totaux (NPP/100ml)	> 2420	1900	>2420	>1639	<2420	1639	2420	1011	>1639	691
Coliformes fécaux (NPP/100ml)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Streptocoques totaux (UFC/100ml)	2420	428	>1900	691	>1011	534	>1800	416	>1011	396
Streptocoques fécaux (UFC/100ml)	49	10	48	19	43	18	50	23	49	18
Clostridium (CSR) (UFC/ml)	absence		100	50	150	63	143	49	103	43

d) Les teneurs en éléments traces des eaux issus de la STEP de Boumerdes :

Elément	Unité	[] max admissible	Résultat	C/NC ats
Co	mg/l	-	/	C
Hg	mg/l	0.01	0.0008	C
Cu	mg/l	0.5	0.0011	C
Ni	mg/l	0.5	0.0004	C

Cr	mg/l	0.5	0.0002	C
Fe	mg/l	20	0.0411	C
Ag	mg/l	0.1	0.0007	C
Pb	mg/l	10	0.0014	C
Mn	mg/l	10	0.0022	c

Source CNTC de Boumerdes au décret ALGERIEN de Avril 2006.

C : conforme aux normes / NC : non conforme aux normes

e) Demande chimique en oxygène DCO (mg/l)

	26-04-2015	29-04-2015	3-05-2015	17-05-2015	31-05-2015
STEP EB	467	320	200	275	240
STEP EE	2.8	4	6	5.5	4
EE-OUED	3.43	6.03	6.04	7	5.46
OUED TATAREG	3.77	6.23	6.57	7.6	5.98
OUED- EDM	5.06	7.01	8	8.3	6.78

f) Demande biologique en oxygène DBO₅ (mg /l) :

	26-04-2015	29-04-2015	3-05-2015	17-05-2015	31-05-2015
STEP-EB	205	320	200	275	240
STEP-EE	2.8	4	6	5.5	4
STEP- OUED	3.43	6.03	6.4	7	5.46
OUED TATAREG	3.77	6.23	6.57	7.6	5.98
OUED- EDM	5.66	7.01	8	8.3	6.78

g) Concentrations moyennes des différents paramètres physico-chimiques pour les cinq points de prélèvements :

	pH	Température (°C)	MES (mg/l)	MOP (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
STEP EB	7.28	17.2	211.5	103	324.25	205
STEP EE	7.07	16.7	8.3	5.05	16.5	2.75
STEP- OUED	7.21	18.3	10.2	5.11	19.2	3.42
OUED TATAREG	7.69	19.5	38.4	26.7	48	3.77
OUED- EDM	8	23	43.1	18.3	76.9	5.06

RESUME

L'impact sur l'environnement des effluents industriels est aujourd'hui une réalité manifeste et une menace sérieuse à moyen terme pour la qualité des eaux de surface et des nappes souterraines. A l'instar d'autres régions on connaît de multiples agressions quotidiennes engendrées par l'industrialisation, l'agriculture et l'urbanisation. En effet, l'impact sur l'environnement aquatique provient essentiellement du déversement des effluents résiduels dans les milieux récepteurs : l'eau de mer.

La présente étude porte sur l'évaluation de l'efficacité du traitement des eaux usées récoltées par la station d'épuration de type lagunage anaérobie (STEP). Ce travail a permis d'interpréter les paramètres physico-chimiques des eaux usées brutes et épurées tels que le pH, la température, la Demande Biologique en Oxygène (DBO₅), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et les Matières En Suspension (MES) et bien d'autres paramètres sur la caractérisation microbiologique de ses effluents.

La caractérisation physico-chimique des eaux usées étudiées durant la période de stage entre les deux mois de avril et mai a permis d'apprécier leurs propriétés et leur degré de pollution. Les rejets bruts sont caractérisés par un pH moyen de 7.8; une température moyenne de 17.2°C; une DBO₅ moyenne de 205mg/l; une DCO moyenne de 324.25mg/l et des teneurs moyennes en MES de 211.5mg/l.

Au cours du traitement des eaux usées, les rendements épuratoires moyens atteignent 97.85 en DBO₅, 93.71% en DCO et 92.32% en MES.

Cette évaluation permet de dire que le traitement entrepris par la STEP de Boumerdes est efficace.

Les processus de dénombrements bactériens des eaux ont montré des taux assez élevés de germes indicateurs de contamination fécale (streptocoques, coliformes totaux et fécaux), et les germes pathogènes comme clostridium par rapport aux normes algériennes. De même quand on a suivi l'effluent de cette eau épurée qui va déboucher dans l'eau de mer par l'intermédiaire de l'oued TATAREG, ces paramètres bactériologiques ont nettement changé qui peuvent faire l'objet d'un risque de pollution des eaux de surface de l'eau de mer .

