



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BOUIRA



FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT DE CHEMIE

MEMOIRE PREPARE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN CHIMIE

OPTION

Chimie durable et de l'environnement

THEME

*Suivi de la qualité des eaux usées urbaines par la
STEP de Bouira*

Présenté par : ALLALI Samira
SEDDI Dalila

Date de soutenance : 11 / 07/ 2016

Devant le jury :

Président :	M ^r . A. BESTANI	MAA	Univ Bouira
Rapporteur :	M ^{me} . N. HAMRI	MAB	Univ Bouira
Examinatrice :	M ^{me} . F. TEDJANI	MAA	Univ Bouira
Examinatrice :	M ^{me} . H. ASSAMEUR	MAB	Univ Bouira

Dédicaces

C'est avec immense plaisir que je dédie ce travail à :

Au Dieu le tout puissant miséricordieux

mon père *Mohamed*, ma mère *Mokadem Zahia*, M^r *BADAOUI Fath*

Eddine pour ses encouragements.

mes tentes *Nabila et Fatima*, Ma sœur *Assma*, mes 3 frères (*Billal, Ahmed,*

Abdellah) est à toutes mes tentes et toutes ma famille

mes amies : *Chanez, Zineb, Meriem, Ibtissam*

A mon groupe de chimie durable et environnement

Tous ceux qui aiment la science, cherche la vérité, combattent pour protéger et
sauvegarder la nature

<< Conserver l'environnement est un rôle de tous les musulmanes et musulmans >>

Allali Samira

Dédicace

A la mémoire de mon défunt père

Que dieu le compte parmi ses fidèles et j'espère que je serai toujours à la hauteur de ses espérances.

A ma très chère mère

Les sacrifices que vous avez consentis pour ma réussite m'ont permis de vivre ce jour. Les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour que je vous porte. Que vous trouvez ici le témoignage de mon attachement, gratitude et respect, que Dieu vous préserve bonne santé et longue vie.

A mes sœurs : Djamila et son mari Ali et ses enfants (amira, amani, Ahmedamine, Nounou) et Fatiha et son mari Rachid et sa fille warda, et mes frères : Djamel et Fatah et son mari Narimen.

J'espère avoir atteint le seuil de vos espérances. Que ce modeste travail soit l'expression de ma profonde affection. Je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordés. Je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez.

A ma tante : Hada et Mon oncle : Abd el azize et sa femme salima

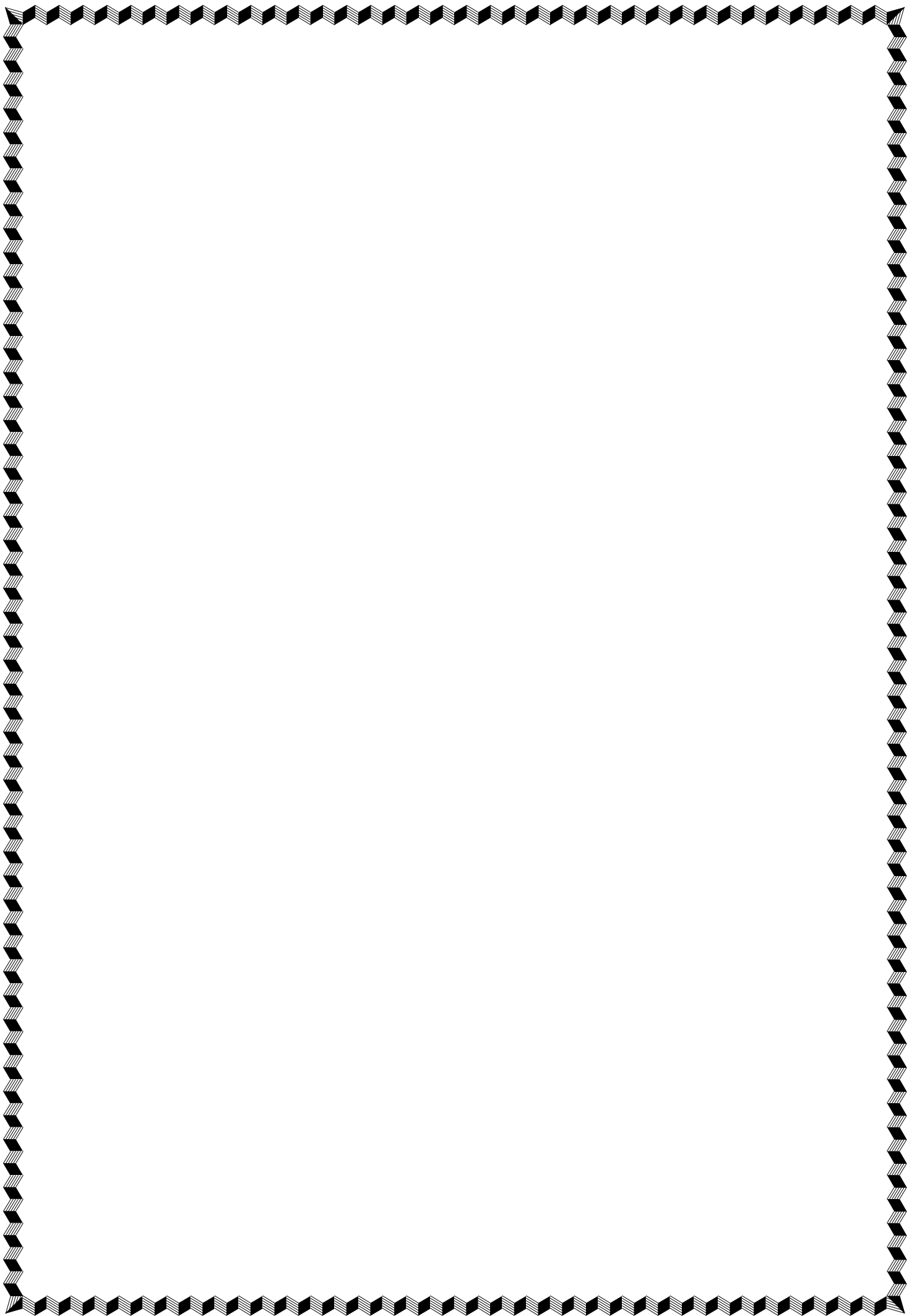
A mes chères amies : chanaze, Asmaa, Latifa, Ahmed, Walid, Fatima, Nadjlaa, naouel, Nour el houda, et A tout mon groupe de la spécialité chimie durable et environnement.

A ma cousine : ibtissam.

A mon binôme : Samira.

Auxquelles je souhaite un bon parcours dans leur vie. Soyez rassurées de ma profonde gratitude.

SEDDI DALILA



Remerciements

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au niveau de la station d'épuration (ONA) de Bouira.

Nous remercions d'abord le bon Dieu de nous avoir donné le courage et la force d'aboutir à la fin de notre projet.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre promotrice *madame Hamri nadia*, de nous avoir encadré et pour son aide, ses conseils et sa disponibilité durant toute la période de notre projet.

Nos sincères remerciements à tout le personnel de L'ONA en particulier notre encadreur M^r *Mohamed* et les deux *kahina* (*assouche et slimani*) pour leurs aides et conseils.

On remercie d'avance les membres de jury. *M. A. BESTAM* d'avoir accepté de présider le jury, *M^{me} H. ASSAMEUR* et *M^{me} F. TEDJANI* qui auront la bienveillance d'évaluer et critiquer ce travail.

Nous remercions sincèrement tous les enseignants qui nous a enseigné au long de toutes nos années d'études.

Nous n'oublions sur tout pas de remercier nos parents ainsi que tous nos amis pour leurs encouragements et leurs soutiens dans cette importante période dans notre vie.

LISTE DES ABREVIATIONS

CE	Conductivité électrique
CET	Centre d'enfouissement technique
COT	Carbone organique totale
DBO₅	Demande biologique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
DCOAD	Demande chimique en oxygène de l'échantillon après une Décantation
EB	Eau brute
EE	Eau épuré
EU	Eau usée
EH	Notion d'équivalent habitant
ERU	Eaux résiduaires urbaines
ISO	Organisation internationale de standardisation
K	Coefficient de La biodégradabilité
L	Litre
MA	Matière azotée
MO	Matière organique
MES	Matières en suspension
MMS	Matières minérales
MVS	Matières volatiles en suspension

MP	Matières phosphorées
pH	Potentiel hydrogène
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONA	Office National d'Assainissement
SPE	Substances polymériques extracellulaires
STEP	Station d'Épuration des Eaux Usées.
T°	Température
UV	Ultraviolets
V	Volume
μ	Micromètre

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau synoptique.....	27
Tableau 2 : Normes de quelques paramètres obtenues données par la STEP.....	29
Tableau 3 : Introduire les réactifs et l'échantillon à analyser au moyen de pipettes graduées dans les éprouvettes de digestion propres, en suivant l'ordre et la quantité.....	29
Tableau 4 : les quantités exactes de réactifs.....	54
Tableau 5 : Les valeurs affichées (digits) en valeur DBO.....	56
Tableau 6 : Les mesures des paramètres physico-chimiques, le débit d'entrée, de l'eau brute et l'eau épurée pendant les jours de stage pratique.....	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique.....	16
Figure 2 :(a) lit bactérien, (b) éléments de remplissage du lit bactérien.....	17
Figure 3 : Les 5 éléments essentiels dans le procédé des boues activées.....	20
Figure 4 : les différents types des aérateurs.....	21
Figure 5 : La localisation de la station.....	26
Figure 6 : Image de la station par Google earth.	26
Figure 7 : traitement des eaux et traitement des boues.....	30
Figure 8 : prétraitement.....	31
Figure 9 : dégrilleur fin.....	32
Figure 10 : Déssableur et dégraisseur.....	33
Figure 11 : déshuilage.....	33
Figure 12 : Traitement des sables.....	35
Figure 13 : bassin anaérobie.....	36
Figure 14 : bassin aérobique.....	36
Figure 15 : Clarificateurs.....	38
Figure 16 : canal de désinfection.....	39
Figure 17 : Désinfection.....	40
Figure 18 : La sortie de l'eau épurée vers l'oued.....	41
Figure 19 : épaissement.....	42
Figure 20 : La Stabilisation aérobie des boues.....	43
Figure 21 : Déshydratation des boues en lits de séchage.....	44
Figure 22 : Déshydratation mécanique des boues.....	45
Figure 23 : CET de Bouira photo de Google Earth.....	45
Figure 24 : Spectrophotomètre utilisé pour déterminer la turbidité.....	46
Figure 25 : pH mètre.....	48

LISTES DES FIGURES

Figure 26 : conductimètre utilisé pendant le traitement.....	48
Figure 27 : pompe à vide.....	49
Figure 28 : Etuve.....	49
Figure 29 : four.....	50
Figure 30 : dessiccateur.....	50
Figure 31 : centrifugeuse.....	51
Figure 32 : burette numérique.....	52
Figure 33 : réacteur ECO6 et réfrigérants.....	54
Figure 34 : Incubateur+ oxitop + flacon.....	58
Figure 35 : microscope et micropipette.....	60
Figure 36 : Evolution de la température en fonction du temps.....	61
Figure 37 : Evolution de la conductivité en fonction du temps.....	62
Figure 38 : Evolution du pH en fonction du temps.....	62
Figure 39 : Evolution des MES en fonction du temps.....	63
Figure 40 : Evolution de débit en fonction du temps.....	64
Figure 41 : Evolution de la DBO ₅ en fonction du temps.....	65
Figure 42 : Evolution de la DCO en fonction du temps.....	65
Figure 43 : évolution des moyennes des IB MES MVS V ₃₀	67
Figure 44 : Les flagellés.....	69
Figure 45 : Les ciliés nageurs	70
Figure 46 : Les ciliés fixes.....	71
Figure 47 : Vorticelles à pédoncule long.....	72
Figure 48 : les Epystilis rotans.....	72
Figure 49 : Epystilis rotan.....	73
Figure 50 : Métazoaires.....	73

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITES ET PROCEDES D'EPURATION	
PARTIE I : GENERALITES	
I. Définition d'une eau usée	3
I.2. Origine des eaux usées	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques	4
I.2.2. Les eaux usées industrielles	4
I.2.3. Les eaux agricoles	4
I.2.4. Les eaux pluviales	5
I.3. Caractéristiques des eaux usées	5
I.3.1. Paramètres physico-chimiques	5
I.3.1.1. La température.....	5
I.3.1.2. L'odeur	6
I.3.1.3. La couleur.....	6
I.3.1.4. Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	6
I.3.1.5. La turbidité	7
I.3.1.6. Les matières en suspension (MES)	7
I.3.1.7. Débit	8
I.3.1.8. La conductivité électrique (CE)	8
I.3.2. Paramètres chimiques.....	9

I.3.2.1. La demande biochimique en oxygène(DBO_5).....	9
I.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO).....	9
I.3.2.3. Carbone organique totale (COT)	10
I.3.3. Les paramètres de la pollution dissoute	10
I.3.3.1. Les matières azotées	10
I.3.3.2. Les matières phosphorées.....	10
I.4. La réutilisation des eaux usées.....	11
I.5. Notion d'équivalent habitant (EH).....	11
I.6. Les paramètres biologiques.....	11

PARTIE II : PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES

II. Le prétraitement de l'eau	12
II.1. Traitement physique	12
II.1.1. Le dégrillage	12
II.1.2. Dessablage	12
II.1.3. Dégraissage – Déshuilage.....	13
II.2. les paramètres physico-chimiques.....	13
II.2.1. Coagulation – floculation.....	13
II.2.2. Décantation	14
II.2.3. Filtration	14
II.3. Le traitement Biologique (secondaire).....	14
II.4. Culture fixe	16

II.4.1. Les filtres biologiques.....	16
II.4.2. Les disques biologiques.....	18
II.5. Culture mobile (libre)	19
II.5.1. Le lagunage	19
II.5.2. Les boues activées	19
II.6. Les traitements tertiaires par voie biologique.....	21
II.6.1. L'élimination de l'azote	21
II.6.1.1. Nitrification.....	21
II.6.1.2.Dénitrification	22
II.7. L'élimination du phosphore	23
II.8. La désinfection	24

CHAPITRE II : Présentation de la station d'épuration de Bouira

II.1.La localité de la station.....	26
II.2.Descriptif technique de la station de Bouira.....	27
II.3.L'objectif de traitement.....	29
II.4.Définition de la pollution.....	29
II.5.Principe de traitement.....	30
II.6.Description des étapes individuelles de processus	31
II.6.1.Prétraitement	31
II.6.1.1.Dégrillage	31
II.6.1.2.Dessableur et dégraisseur	33

II.6.2.Traitement secondaire.....	35
II.6.2.1.Répartition et bassins d'anaérobie	36
II.6.2.2.Les bassins d'aération	36
II.6.2.3.Clarificateurs	38
II.6.3.Traitement tertiaire	40
II.6.3.1.Désinfection	40
II.6.4.Traitement des boues.....	41
II.6.4.1.Epaississement	41
II.6.4.2.Stabilisation des boues	42
II.6.4.3.Déshydratation des boues en lits de séchage.....	44
II.6.4.4.Déshydratation mécanique des boues	44
 <i>CHAPITRE III : Méthodes et Matériels</i>	
III.1. Les paramètres physico-chimiques.....	46
III.1.1.La turbidité	46
III.1.2.Potentille d'hydrogène (PH).....	46
III.1.2.1. Mesure de pH et T (°C).....	46
III.1.3. Conductivité	47
III.1.4. La quantité de MES, MVS, MMS, IB, la siccité et V₃₀	48
III.2.Les paramètres chimiques.....	52
III.2.1. La DCO	52

III.2.2. La DBO.....	58
III.3.Les paramètres bactériologiques	59
III.3.1.Vue microscopique.....	59
III.4.La stabilisation aérobie et anaérobie	60
<i>CHAPITRE IV : Résultats et discussions</i>	
IV.1 .Mesure de conductivité et la température	61
IV.2.Mesure de pH.....	62
IV.3.Mesure de MES	63
IV.4.Débit (m ³ /j)	64
IV.5 .Mesure de la DBO ₅ , DCO et le rapport DCO/DBO.....	65
IV.6.détermination de MES et MVS dans les bassins d'aération.....	66
IV. 7. Analyse de la pollution azotée et phosphorée	67
IV.8. Observation microscopique des boues.....	68
IV.8. 1. Les flagellés.....	68
IV.8. 2. Présence de petits flagellés.....	69
IV.8. 3. Monas	69
IV.8. 4. Trépomonas	69
IV.8. 5. Les ciliés nageurs.....	69
IV.8. 6. Ciliés holotriches.....	70
IV.8. 7. Genre litonotus.....	70
IV.8. 8. Les ciliés fixes	71

IV.8. 9. Vorticelles à pédoncule court71

IV.8. 10. Vorticelles à pédoncule long71

IV.8. 11. Epystilis rotans.....72

IV.8. 12. Métazoaires.....73

IV.8. 13. Nématodes74

Conclusion Générale.....75

Références bibliographie

Les annexes

INTRODUCTION GENERALE

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Ce sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels [1].

Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans les stations d'épuration ou de manière individuelle également par les procédés intensifs ou extensifs.

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée [2].

Le traitement des eaux usées est une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs. Il s'agit essentiellement de réaliser l'élimination de composés organiques biodégradables. Certains procédés permettent la Co élimination de l'azote et même du phosphore, une grande majorité de ces polluants est transférée de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse [3].

Dans ce travail, nous sommes intéressés au traitement des eaux usées urbaines et leur épuration et traitement que ce soit par voie aérobie et anaérobie.

Ce mémoire est réparti en quatre chapitres qui traitent essentiellement d'une part, les origines et caractéristiques des eaux usées, et d'autre part, les différentes méthodes utilisées pour leur épuration.

INTRODUCTION GENERALE

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les eaux usées et différents procédés soient physiques ou physicochimiques et biologiques.

Le deuxième chapitre est basé sur la présentation de la station d'épuration de Bouira.

Le troisième chapitre concerne la présentation de matériels qui existe au niveau de laboratoire et méthodes utilisés pendant notre étude.

Le dernier chapitre discute les principaux résultats et discussions sur les différentes analyses effectuées et observations microscopiques des protozoaires trouvés au niveau des bassins d'aérations et dans nos essais sur les boues de Bouira.

Nous clôturons ce travail par une conclusion qui résume les différentes étapes de l'étude réalisée.

PARTIE I : GENERALITES

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels.

Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans les stations d'épuration ou de manière individuelle également par les procédés intensifs ou extensifs. La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. [4]

I. Eau usée**I.1. Définition**

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations [5].

Selon REJSEK (2002), les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine [6].

I.2. Origine des eaux usées

Selon Eckenfelder, (1982), les eaux usées proviennent de quatre sources principales [7]:

- 1- Les eaux usées domestiques ;
- 2- Les eaux usées industrielles ;
- 3- Le ruissellement dans les zones agricoles ;
- 4- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes.

II.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires. [8]

II.2.2. Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir [9]

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage).
- des hydrocarbures (raffineries).
- des métaux (traitement de surface, métallurgie).

II.2.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses.

Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates ou phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [10].

II.2.4. Les eaux pluviales

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules.

Les eaux usées de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [11].

II.3. Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/L, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs.

Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels [12].

II.3.1. Paramètres physico-chimiques

II.3.1.1. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique.

La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 °C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [13].

II.3.1.2. L'odeur

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

Une odeur nauséabonde indique une eau qui commence à fermenter par stagnation soit dans le réseau d'égout soit avant son rejet [14].

II.3.1.3. La couleur

Elle est normalement grisâtre. La couleur noire indique une décomposition partielle. Les autres teintes sont d'origine industrielle. Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement [15].

Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration [16].

II.3.1.4. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6.5 et 8.5.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. [17].

La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9. La mesure électrique quoique délicate peut seul donner une valeur exacte car elle

est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, de la turbidité et des matières colloïdales [18].

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier) [19].

II.3.1.5. La turbidité

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

La turbidité des effluents résiduaux et des eaux polluées est en générale très élevée, elle ne peut de ce fait être exprimée en gouttes de silice ou de mastic. La turbidité est donc définie par absorptiomètre [20].

II.3.1.6. Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques [21].

II.3.1.6. a. Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique de MES et sont obtenus par calcination de ces MES à 525 °C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105 °C et les MES à 525 °C donne la < la perte au feu > et correspond à la teneur en MVS en (mg/L) d'une eau [22].

II.3.1.6. b. Les matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son <extrait sec> constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, ...etc.

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène [23].

II.3.1.7. Débit

Le principal intérêt de la mesure du débit est le fait qu'il permet de quantifier la pollution rejetée par l'intermédiaire de <l'équivalent habitant > qui exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour [24].

II.3.1.8. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau).

La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre ($S.cm^{-1}$), elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [25].

Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu S/cm$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire [26].

II.3.2. Paramètres chimiques

II.3.2.1. La demande biochimique en oxygène(DBO₅)

C'est la quantité d'oxygène consommée à 20 °C et à l'obscurité pendant un temps donné pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau. On utilise conventionnellement la DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommé après 5 jours d'incubation. La DBO₅ n'est représentative normalement que de la pollution organique carbonée biodégradable [27].

II.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du dichromate de potassium et est représentative de la majeure partie des composés organiques ainsi que des sels minéraux oxydables.

On utilise parfois en France la DCOAD qui correspond à la demande chimique en oxygène de l'échantillon après une décantation de 2 heures [28].

- **La biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$:

- $K < 1.5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- $1.5 < K < 2.5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;
- $2.5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables ;
- $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures...etc [29].

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique [30].

II.3.2.3. Carbone organique totale (COT)

Il représente la teneur en carbone lié à la matière organique, et repose sur une mesure de CO₂ après oxydation complète. Cette mesure, rapide et ne nécessitant qu'un volume réduit d'échantillon, est par contre difficilement corrélable avec les mesures précédentes. D'autre part, dans la majorité des cas l'élimination des matières en suspension est nécessaire avant le dosage [31].

II.3.3. Les paramètres de la pollution dissoute

II.3.3.1. Les matières azotées

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O₂) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH₄⁺) [32].

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et elle passe par les étapes suivantes :

- N organique à NH₄⁺ : ammonification
- NH₄⁺ à NO₂⁻ : nitritation par Nitrosomonas
- NO₂⁻ à NO₃⁻ : nitratisation par Nitrobacter [33].

II.3.3.2. Les matières phosphorées

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, poly phosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce

qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique.

Agents d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel, les phosphates n'ont pas d'incidence sanitaire et les poly phosphates sont autorisés comme adjuvants pour la prévention de l'entartrage dans les réseaux [34].

II.4. La réutilisation des eaux usées

Consiste en l'utilisation d'eau traitée à des fins utiles, notamment l'irrigation agricole et le refroidissement dans le secteur industriel. L'eau récupérée est un effluent traité pour obtenir une qualité conforme à un usage précis.

La réutilisation directe fait référence à un système de réutilisation dans lequel l'eau récupérée est transportée jusqu'aux points où elle est réutilisée.

La réutilisation indirecte concerne l'évacuation dans des eaux réceptrices (eaux de surface ou nappe souterraine) d'un effluent qui est ensuite assimilé puis prélevé en aval, ce qui ne correspond pas à une réutilisation directe planifiée de l'eau [35].

II.5. Notion d'équivalent habitant (EH)

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 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 mL [36].

II.6. Les paramètres biologiques

Ce qui caractérise la pollution des eaux, c'est que cette pollution referme un très grand risque sanitaire pour les populations humaines et animales, représentant ainsi un grand danger sur les écosystèmes et perturbe les modes de vie dans notre planète.

La pollution biologique des eaux est une pollution essentiellement microbienne, c'est-à-dire engendré par des micro-organismes de taille très petite en générale.

Les micro-organismes polluant les ressources en eau sont à l'origine de maladies prenant en générale l'appellation d'infection d'origine hydrique.

Les organismes microbiens responsables de ces infections prennent quant à eux le nom d'agents pathogènes, ceux-ci peuvent être de trois types :

- Virus : poliomyélite, Gastro-entérites virales
- Parasites : Helminthes, protozoaires
- Bactéries : vibrions, salmonelles [37].

PARTIE II : PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES

Cette partie est basée sur les boues activées (culture mobile) et les différents paramètres de traitement.

II. Le prétraitement de l'eau

II.1. Traitement physique

II.1.1. Le dégrillage

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution.

Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères. [38].

II.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements suivants.

L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "désableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage [39].

II.1.2. Dégraissage – Déshuilage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses).

Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite [40].

Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite [41].

II.2. les paramètres physico-chimiques

II.2.1. Coagulation - floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales.

Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin.

Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques.

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration [42].

II.2.2. Décantation

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux [43].

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules [44].

Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage. L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable [45].

II.2.2. Filtration

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide, qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides en suspension, ainsi retenus par le milieu poreux, s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation-floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs [45].

II.3. Le traitement Biologique (secondaire)

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées et azotées s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques "biodégradables" qui constituent pour eux des aliments. Les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, deux types de traitements [45].

II.3.1. Traitements anaérobies

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂.

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols. Ce système est davantage utilisé pour le traitement des effluents urbains, que pour le traitement des effluents industriels généralement toxiques pour les bactéries [45].

II.3.2. Traitements aérobies

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène. On distingue cinq méthodes essentielles :

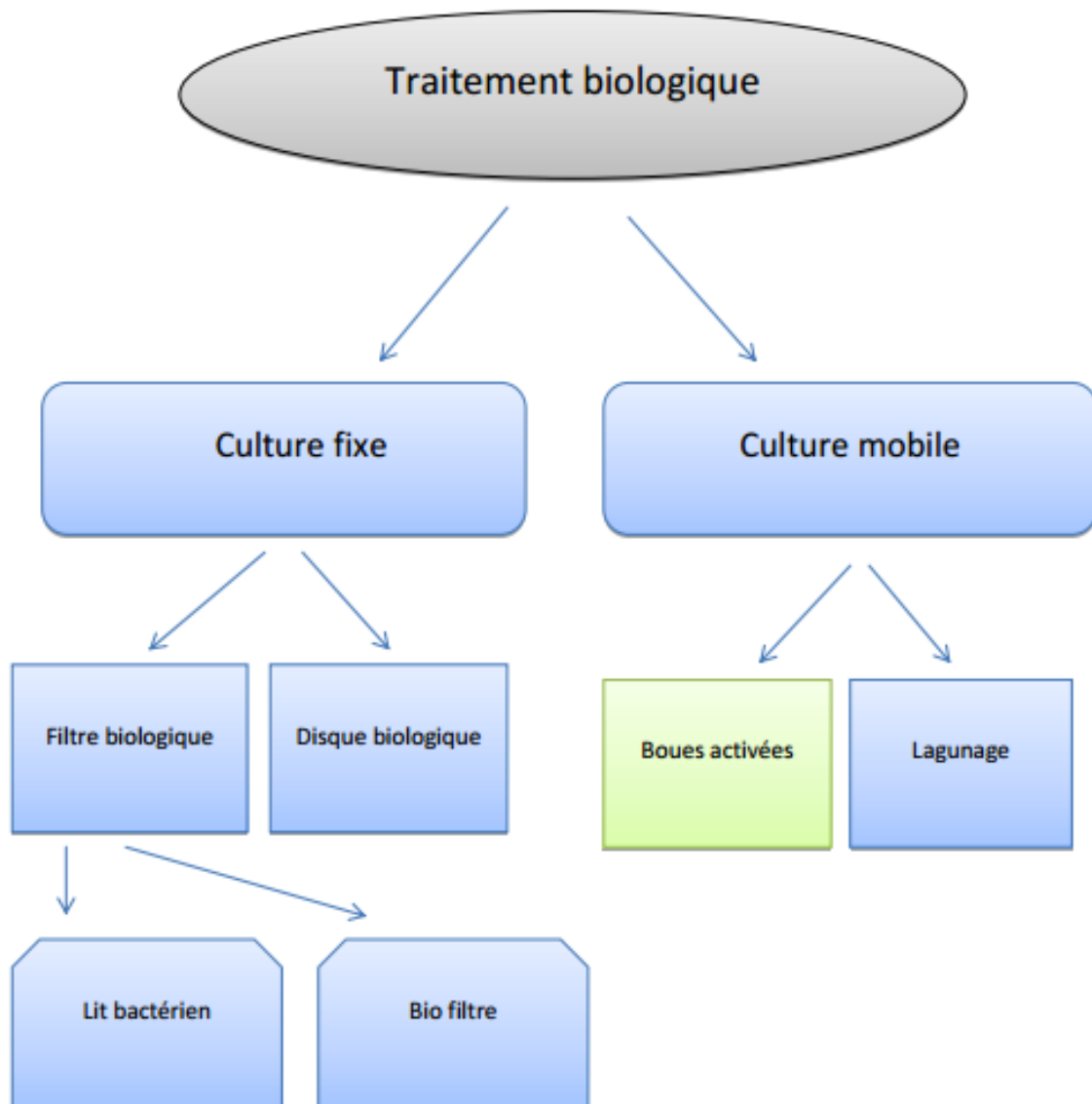


Figure 1 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique

II.4.Culture fixe

II.4.1. Les filtres biologiques

II.4.1. a. Lits bactériens

L'effluent contenant la pollution ruisselle sur le support et pénètre dans le biofilm alors que l'air chemine naturellement à travers le lit qui repose sur une grille.

Le décrochage de la biomasse est spontané par une augmentation de la phase endogène, par l'action des larves et par la vitesse de passage du fluide. Une décantation secondaire est indispensable.

La hauteur du lit bactérien est de 1 à 3 m pour un garnissage classique et de 6 à 12 m pour des garnissages plastiques. Une aération permanente s'établit de bas en haut (lit plus chaud que l'air ambiant, effet de cheminée).

La distribution régulière de l'effluent est réalisée par des éléments fixes (rigoles, rampes fixes) ou mobiles (sprinklers rotatifs) [45].



Figure 2 : (a) lit bactérien, (b) éléments de remplissage du lit bactérien

II.4.1.b. Procédé de bio filtration

Un bio filtre est un lit constitué d'un matériau auquel se fixent des microorganismes. Ces microorganismes y prolifèrent pour former une couche biologique qu'on nomme bio film. Ainsi, la bio filtration est considérée comme un procédé à biomasse fixée un procédé fixe.

En règle générale, le bio film est constitué d'une communauté de différents microorganismes (bactéries, champignons, levures, etc.), de microorganismes (protozoaires, vers, larves d'insectes, etc.) et de substances polymériques extracellulaires (SPE).

Un bio film a habituellement une apparence visqueuse et boueuse. L'eau doit être traitée peut être versée en intermittence ou en continu sur le matériau, et ce, en

Courant ascendant ou en courant descendant. Habituellement, on retrouve deux ou trois phases dans le bio filtre, selon la stratégie d'alimentation (bio filtre percolateur ou immergé) :

1. une phase solide (matériau).
2. une phase liquide (eau).
3. une phase gazeuse (air).

La matière organique et d'autres composantes présentes dans l'eau diffusent dans le bio film et y sont traitées, principalement par biodégradation. Les procédés de bio filtration sont généralement aérobies; cela signifie que l'action métabolique des microorganismes dépend d'un apport en oxygène. Le filtre peut être alimenté en oxygène à Co- ou contre-courant avec l'écoulement de l'eau. L'aération est assurée passivement par la circulation naturelle de l'eau dans le procédé (bio filtre à trois phases) ou par air forcé (utilisation de ventilateurs soufflants).

L'activité microbiologique est un facteur clé de l'efficacité du procédé. Les principaux facteurs d'influence sont la composition et la charge surfacique des eaux à traiter, le type de matériau, la stratégie d'alimentation (percolation ou immersion), l'âge du bio film, la température, l'aération, etc. [45].

II.4.2. Les disques biologiques

Le dispositif est constitué d'une série de disque en matière plastique ondulée de 3 mètres de diamètre environ et montés sur un axe horizontal.

Ces disques sont émergés à 40% approximativement dans un bassin recevant l'eau à traiter. Les disques sont suffisamment espacés de manière à ce que l'eau puisse circuler librement. Lorsqu'ils subissent une rotation autour de leur axe, les parties submergées entrent en contact avec l'air.

Le film biologique qui recouvre les disques est alternativement en contact avec l'eau usée et l'air. Ceci est analogue à ce qui se passe dans un lit bactérien traditionnel

alimenté par sprinkler (distributeur rotatif). L'excès de biomasse se détache des disques et est évacué avec l'effluent puis décanté [45].

II.5. Culture mobile (libre)

II.5.1. Le lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratique dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur.

Le principe générale consiste à recrées, dans des bassins, des chaines alimentaires aquatiques .le rayonnement solaire est la source d'énergie que permet la production de matières vivantes par les chaines trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène.

Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries [45].

II.5.2. Les boues activées

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu (OMS, 1979). Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer.

Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues [45].

II.5.2. a. Définition des boues activées

C'est un procédé de traitement biologique à culture mobile où l'eau usée est biodégradée dans le bassin d'aération. La biomasse se trouve sous forme de floc (MVS) maintenue en mouvement grâce à des agitateurs. Le floc maintenu en suspension assure la biodégradation en présence de l'oxygène.

Le procédé à boues activées est constitué de 5 éléments essentiels sont :

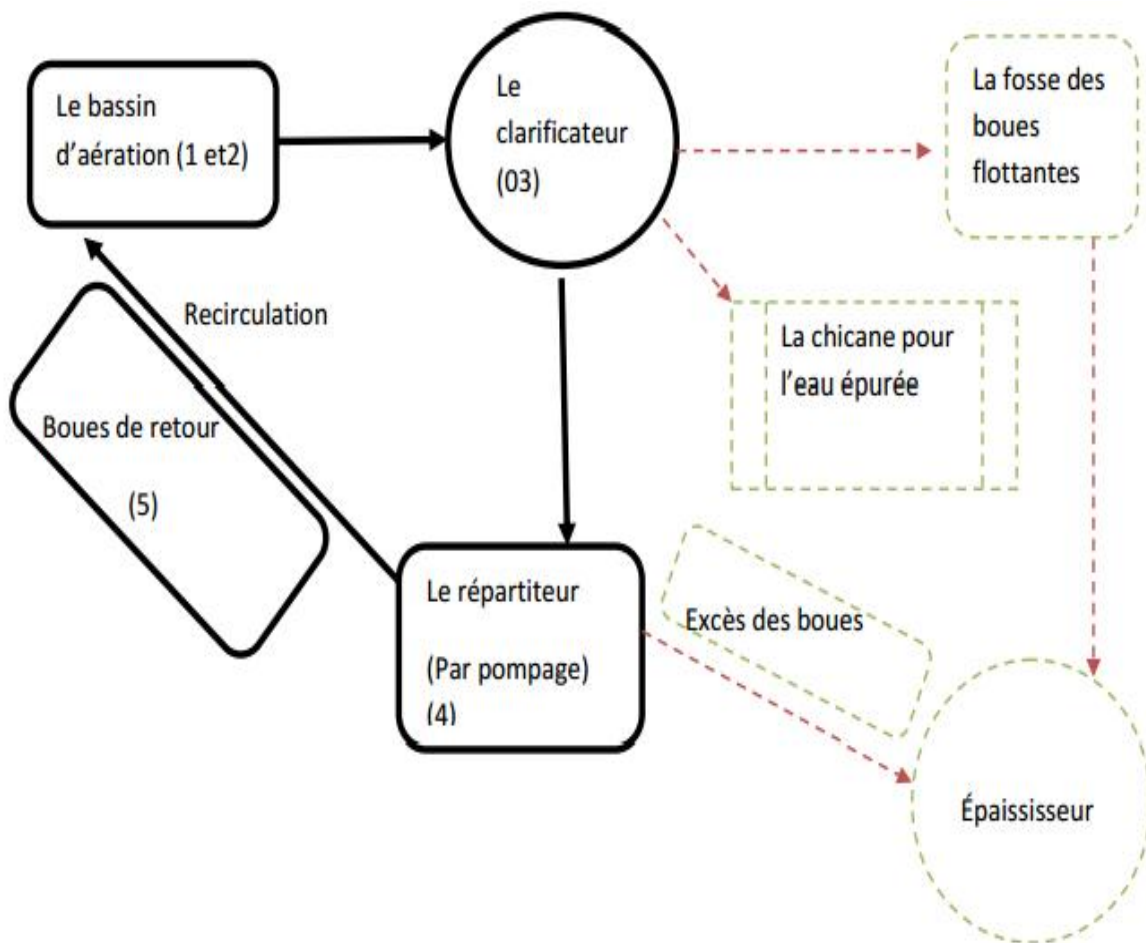


Figure 3 : Les 5 éléments essentiels dans le procédé des boues activées.



Figure 4 : les différents types des aérateurs

1. le bassin d'aération (bassin biologique) ou la biodégradation s'effectué.
2. le système d'aération (les mammoths rotors, la turbide lente, la turbide rapide...).
3. Le décanteur secondaire (le clarificateur) ou se fait la séparation entre la biomasse et l'eau épurée.
4. le système de recirculation des boues (le répartiteur).
5. le système d'évacuation des boues en excès.

II.6. Les traitements tertiaires par voie biologique

Les traitements tertiaires englobent, principalement, l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection, mais aussi le traitement des odeurs [45].

II.6.1. L'élimination de l'azote

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

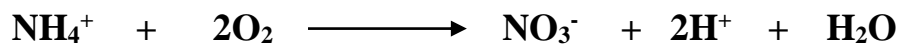
L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" [45].

II.6.1.1. Nitrification

C'est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrite puis en nitrate. Elle s'effectue en deux stades par des micro-organismes autotrophes - oxydation de NH_4^+ en NO_2^- : c'est l'œuvre essentiellement des germes Nitrosomonas.

- Oxydation de NO_2^- en NO_3^-
- Les bactéries responsables de cette deuxième réaction, appartiennent principalement au genre Nitrobacter [45].

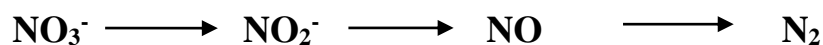
La réaction suivante simplifiée la nitrification :



La nitrification n'est possible que si l'azote est présent au départ sous forme ammoniacale.

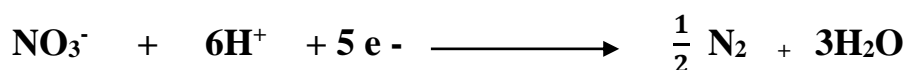
II.6.1.2. Dénitrification

En l'absence d'oxygène dissous, de nombreuses bactéries hétérotrophes sont contraintes d'utiliser une autre source d'oxygène. Elles utilisent alors l'oxygène combiné, c'est-à-dire celui contenu dans le nitrate NO_3^- . Avant d'arriver au stade ultime d'utilisation complète de l'oxygène du nitrate pour obtenir l'azote gazeux N_2 , une série de réactions complexes se produisent. On peut néanmoins les résumer :

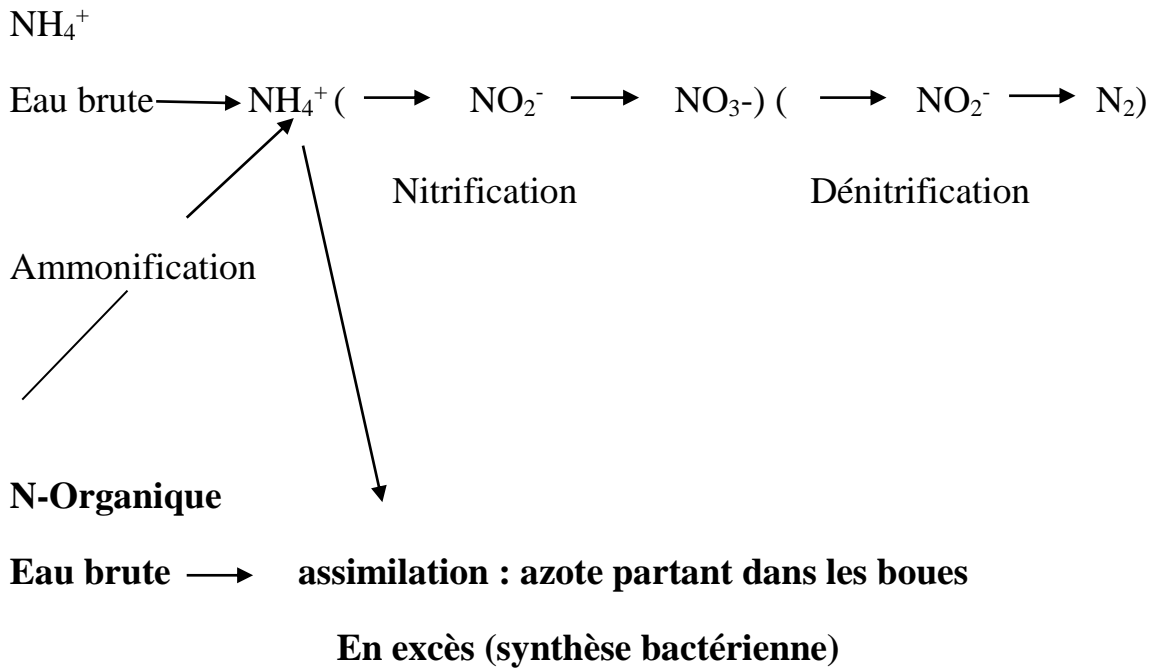


Le carbone organique nécessaire peut être celui contenu dans l'eau usée. S'il provient des bactéries elles-mêmes, on parlera alors de dénitrification endogène [45].

Globalement on peut écrire la réaction suivante :



II.7.Nitrification- dénitrification



II.8. L'élimination du phosphore

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

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

La Déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la Déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une Déphosphatation physico-chimique, pour atteindre les niveaux de rejets requis [45].

II. 9. La désinfection

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques. C'est pourquoi, la désinfection de l'eau s'impose.

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies ; ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné.

On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique, doté de propriétés germicides. Les produits chimiques 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).

On peut également désinfecter l'eau grâce à des moyens physiques : ébullition, ultrasons, ultraviolets (UV) ou rayon gamma.

Les ultraviolets sont de plus en plus utilisés, car ils présentent l'avantage de ne pas entraîner l'apparition de sous-produits de désinfection. Cependant, ils nécessitent un investissement important [45].

PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

La station d'épuration de la ville de Bouira est réalisée en amont du barrage Tilesdit sur l'oued dhous qui se trouve à la sortie est du chef-lieu de wilaya de Bouira. Cette nouvelle station d'une capacité nominale de 25840 équivalents habitants en 2010 recueille les eaux usées pluviales de la ville.

Cette station est construite dans le but de traiter les eaux utilisées dans l'irrigation des terres agricoles des plateaux d'El Esnam et du Sahel qui se trouvent dans la région est de la wilaya de Bouira, de permettre l'amélioration de la qualité de l'eau potable au bénéfice des habitants de la ville de Bouira, de préserver l'environnement contre la pollution et d'assurer un traitement de l'ammonium (NH₄), du nitrate (NO₃), des matières en suspension (MES), du phosphore et, de la charge organique (DCO) et (DBO).

II. Définition de l'entreprise d'accueil

La STEP de la ville de Bouira est une filiale de l'ONA (Office National d'Assainissement), cette station est réalisée par une entreprise allemande PASSAVANT RODIGER.

Cette nouvelle station d'épuration a une capacité nominale 25840 Equivalent-Habitants (EH) et assure le traitement des pollutions carbonées, azotées et phosphorées.

Les eaux usées à traiter par la station d'épuration sont constituées par des effluents d'origine domestique et industrielle.

La population domestique a été estimée à 80% de la charge traitée par la Station, les eaux résiduaires industrielles représenteront donc 20% de la charge totale.

II. 2.Présentation de la station d'épuration de Bouira

Le Chef-lieu de la wilaya est située à **100** km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de **4 454 Km²**.

II.3. Localisation de la station

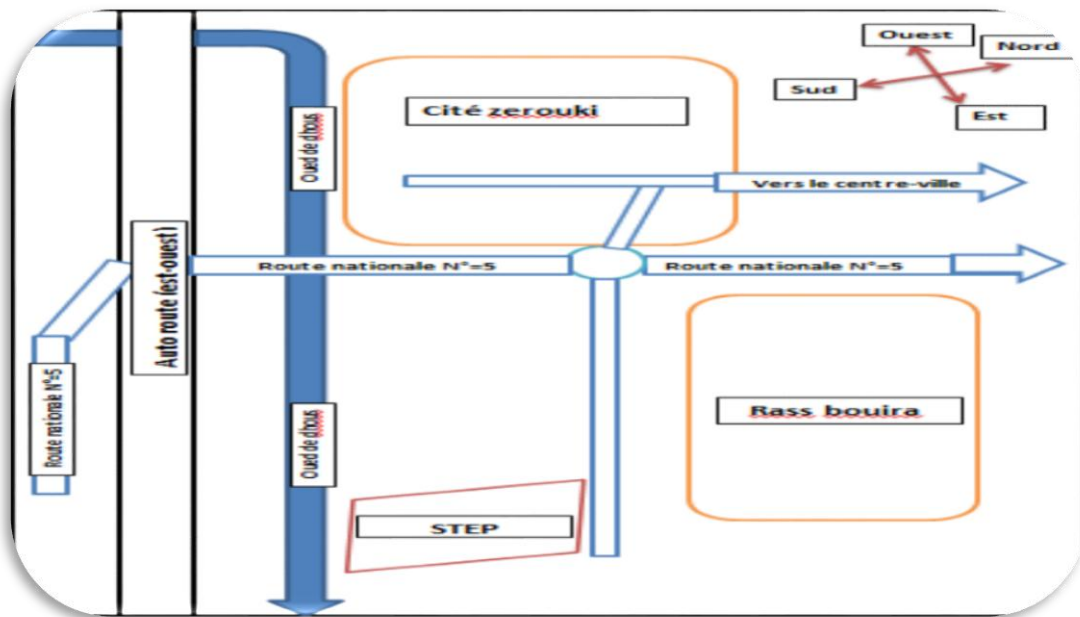
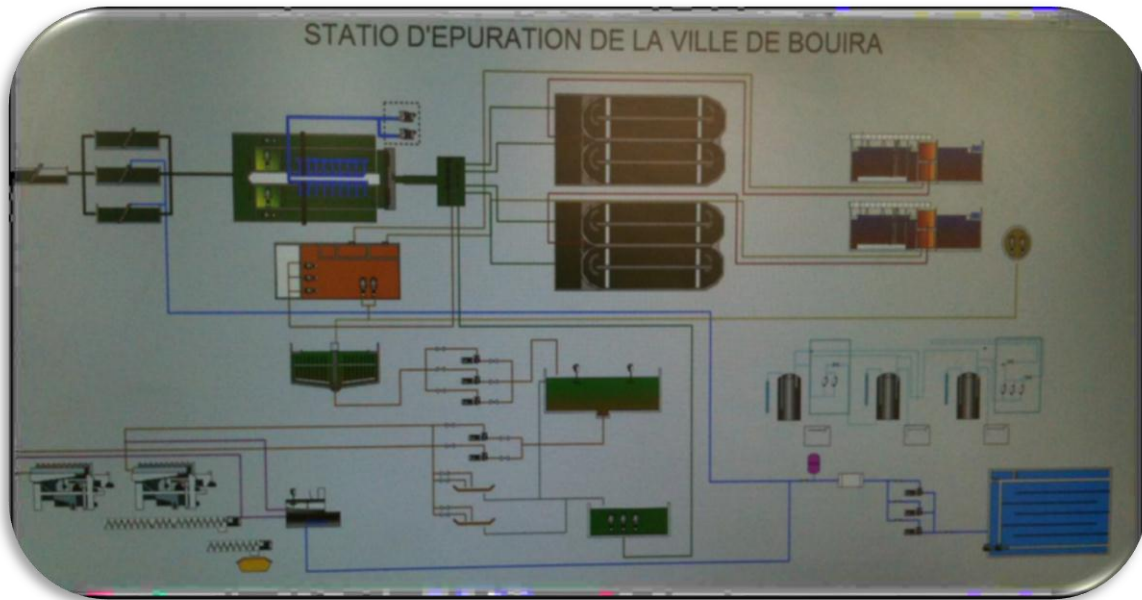


Figure 5 : La localisation de la station

La station d'épuration se situe à l'est- sud du chef-lieu de la ville de Bouira et sur le rève gauche d'oued dhous. Elle se situe à gauche de l'autoroute si quelqu'un viens d'Alger et à droite si on vient de Bejaia. Donc pour arriver à la station à partir de la ville, il faut marcher environ 2 Km.



Figure 6 : Image de la station par Google earth.

II.4. Descriptif technique de la station de Bouira*Tableau 1 : Tableau synoptique*

L'effluent brut arrive par refoulement au niveau de la station de relevage vers l'entrée de la station de Bouira. A l'entrée de la station, des paramètres pH, la conductivité, le niveau d'eau seront mesurés par les capteurs spéciaux. L'effluent est acheminé de manière gravitaire vers le dégrillage (dégrillage grossier, deux dégrilleurs fins).

A la tête de la station on a le dégrilleur grossier qui sert à éliminer les grandes impuretés puis les deux dégrilleurs fins éliminent des petites impuretés, les tamisées puis le refus éliminés de la grille sera ensuite transportés sur convoyeur directe d'une benne. L'effluent ainsi dégrillé s'écoule vers le dessablage-dégraissage celui-ci par un dessableur –dégraisseur longitudinaux.

Le dessableur dégraisseur extrait le sable par un système bidouvé et la décharge au pied d'une vis de lavage sable, le sable extrait par la vis tombe dans une benne, ce trop-plein de la bêche d'extraction de sable est retourné en tête de dessableur-dégraisseur juste après le dégrilleur fin. Les graisses flottées à l'aide d'un aérateur immergé sont extraites par racleur de surface.

CHAPITRE II PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

Longitudinal et les déchargées dans une bache à graisses, cette bache est vidée occasionnellement par un camion suceur.

L'effluent ainsi dégrillé, dessablé et dégraissé sera dirigé vers le répartiteur.

A la tête d'un répartiteur, on trouve canal venturi pour objectif de mesurer le débit journalier. Le répartiteur pour but d'une distribution régulière de débit pour les quatre bassins d'aérations. Les bassins d'aérations ont deux parties, la partie anoxie pour éliminer la pollution azotée et phosphatée et la partie aérobie pour dégrader la matière organique par les microorganismes. Les bassins d'aération sont dimensionnés en aération prolongée.

Les rotors mammoth (aération horizontal) assurent l'oxygénation nécessaire afin de réduire la pollution organique. Une fois ce stade effectué l'effluent se dirige vers la clarification d'une manière gravitaire afin séparer les boues produites dans l'aération pour laisser déverser que l'effluent traité, cet effluent se dirige vers la chloration dans la chicane et l'exutoire.

Les boues de fond de clarificateur sont rassemblées au milieu de décanteur par un pont racleur et extraites par les tubes suceurs avec pompage. Les boues flottantes seront dirigées vers la fosse des boues flottantes de manière gravitaire.

Les boues en excès dans le répartiteur et les boues flottantes dans leur fosse seront dirigées vers l'épaississement, puis vers un stabilisateur (digesteur) aérobie ou les boues seront stabilisées puis les envoyées vers la déshydratation mécanique ou les lits de séchage.

La boue déshydratée mécaniquement ou naturellement(les lits de séchage) sera transportée vers le centre d'enfouissement technique (CET).

Le trop-plein de l'épaississeur ainsi que le filtrat de la déshydratation mécanique sont dirigés vers la fosse toutes eaux qui seront retournés vers la tête de la station.

NB : les dimensions de tous les ouvrages de la station et les caractéristiques de différents capteurs, pompes, agitateurs et aérateurs sont donnés dans la partie des annexes.

II.5. L'objectif de traitement [17]

Tableau 2 : normes de quelques paramètres obtenues données par la STEP

DBO ₅	≤ 20 mg/L
DCO	≤ 120 mg/L
MES	≤ 30 mg/L
NH ₄ -N	≤ 4 mg/L, T > ou =12°C
NO ₃ -N	≤ 8 mg/L
P _{total}	≤ 2 mg/L

II.6. Définition de la pollution

Les eaux usées provenant du réseau d'assainissement local sont de type urbain. Les eaux usées urbaines ont de très bonnes caractéristiques pour le traitement biologique.

Les caractéristiques de conception pour les eaux entrant dans la station d'épuration sont celles données dans le tableau [17] suivant :

Tableau 3 : Les caractéristiques de conception pour les eaux entrant dans la station d'épuration [17].

<i>Paramètres de dimensionnement</i>	<i>Valeur</i>	<i>unité</i>
Equivalent habitant	130000	habitants
Année considérée	2010	
DBO ₅	302	mg/L
DCO	703	mg/L
MES	452	mg/L
N total	51	mg/L
P total	9	mg/L
Température : Min :	12	°C
Max :	20	°C

II.6. Principe de traitement

Le traitement au fil de l'eau comporte deux étapes : traitements des eaux et traitement des boues.

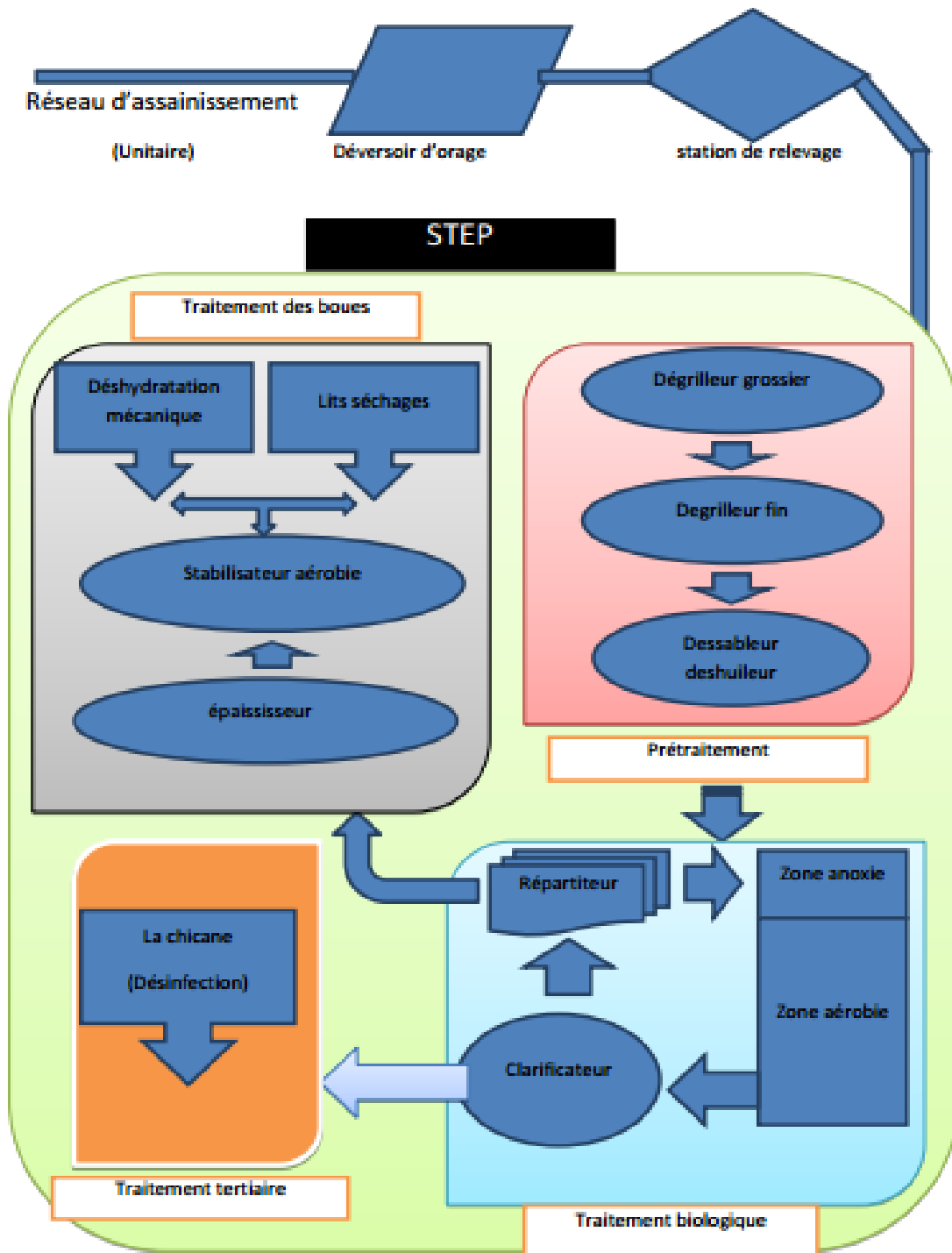


Figure 7 : traitement des eaux et traitement des boues

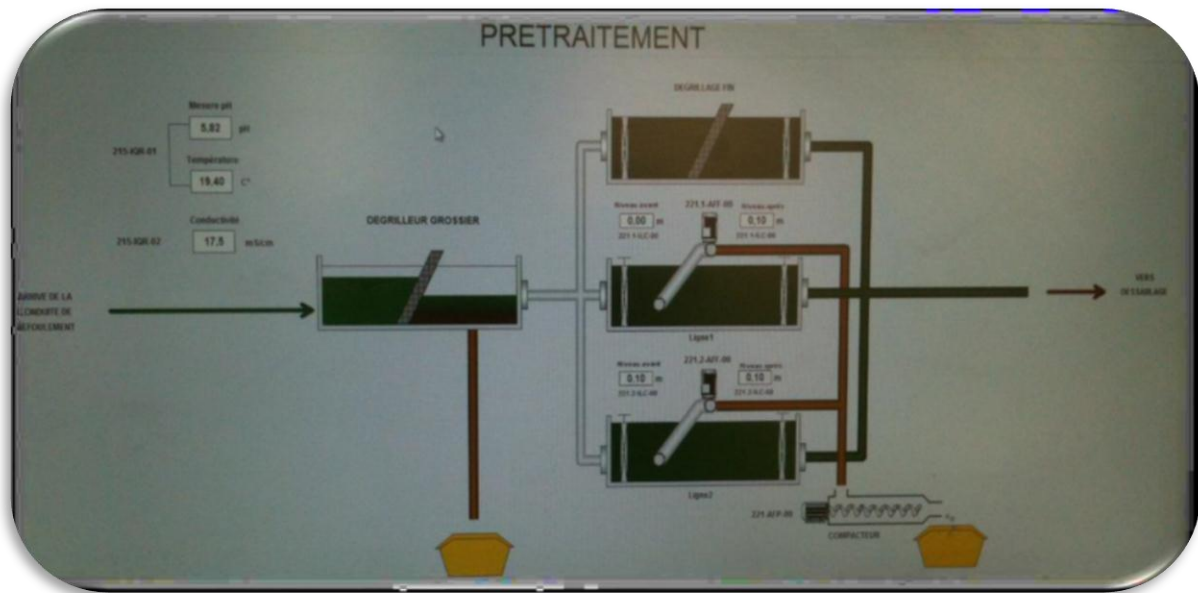
II .7.Description des étapes individuelles de processus**II.7.1.Prétraitement**

Figure 8 : prétraitement

II.7.1.1. Dégrillage**II.7.1.1.a. Chambre d'arrivée de l'effluent et dégrilleur grossier**

Les effluents arrivent gravitairement sur la station par une conduite. Le bassin d'entrée est prévu entant que bassin de collecte des effluents pour alimenter le dégrillage grossier.

Le dégrillage grossier permet d'éliminer les matières grossières et de protéger les équipements électromécaniques situés en aval, est réalisé sur une seule en file non isolable, avec un espace de 50 mm entre barreaux, sera nettoyé manuellement, proposé avec un entre fer de 50 mm assure une protection optimum des procédés situés en aval, est réputé pour sa robustesse et sa fiabilité. Toutes les parties en contact avec l'effluent sont en Inox.

II.7.1.1.b. Degrilleur fin

Le dégrillage fin permet d'éliminer les matières grossières, ainsi que les fibres et les éléments encombrants, afin d'éviter de boucher et de dégrader les éléments mécaniques en aval. Le dégrillage fin est réalisé sur deux files parallèles isolables, l'une par vanne murale, l'autre par batardeaux.

Un canal supplémentaire est construit en tant que by-pass, également isolable par batardeaux.



Figure 9 : dégrilleur fin

Le dimensionnement de cette partie de la station est basé sur le débit de pointe en temps sec. Le dégrillage fins est composé de deux grilles fines à lavage automatique et continu avec un entrefer de 8mm.

Un dégrilleur à nettoyage manuel est installé en secours dans le canal de by-pass. Ils ont choisi un entrefer de 8mm permettant d'assurer une protection optimale des équipements en aval. Les dégrilleurs sont chacun capable de traiter 1350m³/h, soit la moitié du débit maximum entrant sur la station, 2650 m³/h.

La commande du système de dégrillage est effectuée par mesure de la différence de niveau d'eau amont aval au moyen de sondes de niveau de type ultrasonique installées dans le canal de dégrillage. En cas de défaillance de la mesure

CHAPITRE II PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

de différence de niveau, un lavage en horloge est intégré. Dans le cas d'une détection très haute en amont du dégrilleur, celui-ci se met automatiquement en marche forcée.

Toutes les parties en contact avec l'effluent sont en Inox. Aucune pièce mobile n'est en contact permanent avec l'effluent.

II.7.1.2. Dessableur et dégraisseur

En sortie de dégrillage, les eaux usées sont dirigées vers la prochaine étape de traitement, le dessableur /dégraisseur rectangulaire aéré.

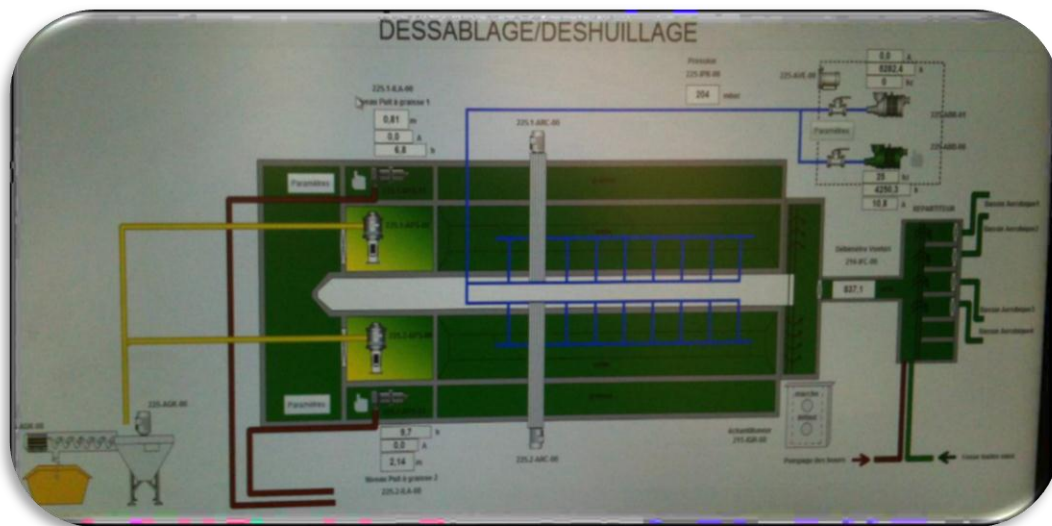


Figure 10 : Dessableur et dégraisseur



Figure 11 : déshuilage

CHAPITRE II **PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION**

Cette étape de traitement est constituée de deux files parallèles et indépendantes. L'effluent est dirigé sur les deux unités aux moyens de deux canaux bétons.

Des vannes murales d'isolement permettent l'isolation de chacun des déssableurs.

Le dimensionnement de cette partie de la station est basé en fonction du débit de pointe en temps sec à l'horizon 2015 pour les deux lignes.

Le déssableur permet de retenir et d'éliminer les sables et autres éléments minéraux afin d'éviter les phénomènes d'abrasion des équipements mécaniques situés en aval.

Il est possible d'isoler totalement une ligne de traitement au moyen de vannes murales sur la goulotte d'alimentation des déssableurs/dégraisseurs. Ils recommandent de n'utiliser qu'une seule ligne de traitement en cas de faible débit (nuit, fin de semaine) afin d'éviter une sédimentation de la pollution organique au niveau du dessablage.

L'air est injecté dans les déssableurs aux moyens de rampes de diffusion d'air grosses bulle réparties sur la longueur des déssableurs.

Ils proposent un système de récupération des sables à base d'un racleur en fond de bassin, récupérant le sable sédimentés et l'emmenant vers une trémie de récupération située en entrée des déssableurs.

Le mélange eau/sable est ensuite refoulé vers le laveur à sables au moyen d'une pompe submersible spécialement adaptée située dans chaque trémie. Les graisses sont raclées en surface et dirigées vers une goulotte à graisses au moyen d'un système type saut à ski.

Des conduites d'aspirations permettent à un camion hydro-cureur d'aspirer les graisses ainsi récupérés pour traitement ultérieur.

II.7.3. Traitement des sables

Les sables issus du déssableur sont lavés pour permettre une réduction du volume de stockage et des odeurs.

Une unité de séparation et de lavage des sables est installée pour traiter l'ensemble des sables de la station.

Ils ont prévu une unité de lavage des sables. La mise en place d'une telle unité permet, grâce à une réduction significative de la matière organique dans les sables lavés, de diminuer fortement l'émission d'odeur et de permettre leur réutilisation, dans la construction de routes par exemple.

Les sables lavés sont ensuite stockés en benne avant d'être enlevés pour décharge ou réutilisation.



Figure 12 : Traitement des sables

II.7.4. Etape intermédiaire

Après un prétraitement ou d'une autre manière on a un échantillonneur automatique qui nous donne un échantillon chaque 24 heures et un compteur venturi qui mesure le débit entrant au répartiteur.

II.8.1. Traitement secondaire

II.8.2.1. Répartition et bassins d'anaérobie

Après le déssableur/déshuileur et la mesure du débit, le mélange eaux usées/boues est dirigé vers une unité de répartition permettant l'équipartition du débit vers les quatre lignes de traitement.

Les boues recirculées sont injectées au niveau de ce répartiteur.



Figure 13 : bassin anaérobie

II.8.2.2. Les bassins d'aération



Figure 14 : bassin aérobie

Au travers du mélange sans aération des boues recirculées avec l'eau prétraitée, ils obtiennent, suite à un abattement rapide de la DBO₅ biodégradable, une situation de famine des bactéries hétérotrophes.

Ceci entraîne une augmentation de l'abattement du phosphore dans la partie anaérobique du traitement biologique.

Dans le cas de situation favorable (une grosse part de la DBO₅ biodégradable, peu d'effluent industriel, température élevée), un abattement supplémentaire d'environ 40% est réalisable. En plus de l'élimination biologique du phosphore, un abattement

Physicochimique par dosage de FeCl₃ est prévu. Le dosage du FeCl₃ est prévu au niveau des bassins biologique.

Les bassins anaérobiques seront équipés d'agitateurs immergés de façon à éviter une sédimentation de la boue ou un trajet préférentiel, particulièrement lors de phases de bas débit (nuits).

II.8.2.2.a. Chenal d'oxydation

Après les bassins d'anaérobie, le mélange eaux usées/boues est dirigé vers les chenaux d'oxydations. Le dimensionnement de ces bassins est basé en fonction des procédés technologiques de décomposition complète du carbone.

Le dimensionnement de la biologie est effectué sur la base d'une aération prolongée à faible charge ($C_m=0.12\text{kg DBO}_5/\text{Kg MVS}$).

Ils ont choisi un système d'aération prolongée, une nitrification et une dénitrification partielles sont atteintes.

L'âge des boues choisi est de 9,3 jours pour une température de 15°C.
Le volume utile des bassins à boues activées est choisi de 5465 m³ par bassin (4x).

II.8.2.2.b. Traitement physico-chimique du phosphore

Pour compléter le traitement biologique du phosphore, un dosage de réactif, chlorure ferrique, est prévu pour assurer une précipitation chimique du phosphore.

CHAPITRE II PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

Le dosage du chlorure ferrique est prévu pour assurer le complément du traitement biologique du phosphore et assurer 2mg/l P total en sortie de station. Le dosage de chlorure ferrique se fera de manière continue.

Le contrôle du dosage est effectué avec un asservissement de la vitesse des pompes doseuses au débit d'entrée, avec un facteur multiplicatif ajustable par l'opérateur pour faire varier la concentration de chlorure ferrique en fonction des conditions de l'effluent et de la station.

Le chlorure ferrique sera dosé en entrée des chenaux d'oxydation.

Ils ont prévu une station de dosage comprenant une cuve de 20 m³ et trois pompes doseuses, dont une en réserve. Le volume de la cuve est dimensionné pour permettre une longue autonomie.

II.8.2.3. Clarificateurs

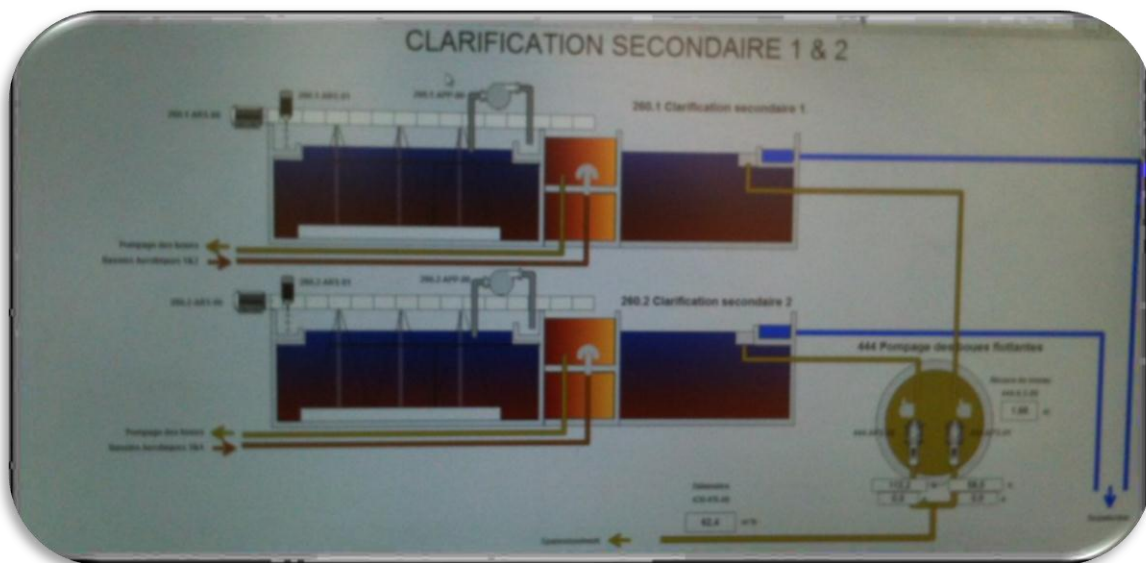


Figure 15 : Clarificateurs

Les clarificateurs sont dimensionnés avec la charge du débit maximal en temps sec. Les boues activées issues de l'étage biologique sont dirigées vers les clarificateurs circulaires à l'intérieur desquels les boues vont décanter en fond d'ouvrage d'où elles seront raclées et retirées.

L'effluent est admis dans le clarificateur au moyen d'un poteau central équipé d'entrées de type Stengel assurant la fonction de tranquillisation et éviter ainsi de déranger le lit de boues.

Ce type d'admission assure, par sa faible vitesse d'entrée dans la zone de décantation, une réduction des turbulences du lit de boues et une équipartition sur tout le périmètre.

Les boues, contenant la biomasse, sont en grande partie recirculées dans les bassins Biologiques. Une part plus faible des boues en excès est acheminée vers le traitement des boues. Les eaux clarifiées sont dirigées vers le canal de désinfection/comptage.

Les bassins de clarification sont équipés de ponts racleurs.

Les boues extraites des clarificateurs sont envoyées vers le puits à boues équipé de pompes immergées destinées à l'extraction et à la recirculation des boues.

Les boues surnageantes sont récupérées au moyen du racleur de surface situé sur le pont racleur et dirigées vers une goulotte équipée d'une trémie type saut à ski situé sur l'extérieur du clarificateur. L'évacuation des eaux épurées est réalisée par une goulotte circulaire en béton sur tout le périmètre des clarificateurs. Les eaux clarifiées se déversent dans cette goulotte au moyen d'une lame crantée réglable en hauteur.

La goulotte est dimensionnée pour être dénoyée quel que soit le débit admis sur l'ouvrage. Une cloison siphonide évite l'entraînement de flottants en sortie de clarification.



Figure 16 : canal de désinfection

CHAPITRE II PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

Les ponts racleurs sont également équipés d'un système de nettoyage automatique des goulottes avec une brosse verticale et horizontale.

Les eaux épurées sont alors conduites gravitairement vers le canal de désinfection /comptage.

II.8.3.Traitement tertiaire

II.8.3.1.Désinfection

Le traitement tertiaire est réalisé sur une seule ligne constituée d'un bassin de désinfection.

Afin de pouvoir réutiliser l'effluent de la station d'épuration en agriculture, l'eau clarifiée doit être suffisamment désinfectée après l'étape de clarification. Pour cela, un chlorage est prévu en sortie de station.



Figure 17 : Désinfection

Le dimensionnement de cette partie de la station est basé en fonction du débit de pointe.

La station est faite pour traiter les eaux usées de la ville de Bouira et pour protéger la station des eaux potables de Tiledith, donc l'eau qui entre polluée à la

station suit les différentes étapes (traitement primaires, traitement biologique, décantation et désinfection) pour être épurée et envoyée vers l'oued



Figure 18 : La sortie de l'eau épurée vers l'oued

II.8.4. Traitement des boues

La sortie d'eau épurée de la STEP ce n'était pas la dernière phase de traitement des eaux usées, mais il y a le traitement des boues.

Le traitement des boues consiste à envoyer les boues en excès qui sont dans le répartiteur et boues flottantes vers d'autres ouvrages (l'épaississeur, stabilisateur) par pompes.

Après la stabilisation les boues seront déshydratées mécaniquement ou dans les lits de séchage pour les transporter au CET.

II.8.4.1. Epaississement

Les boues biologiques soutirées des clarificateurs secondaires ont une concentration trop faible pour être dirigées vers la stabilisation des boues.

De façon à assurer un taux de MES plus élevé, ils ont prévu d'épaissir les boues secondaires au moyen d'un épaississeur hersé.

L'épaississeur hersé est un bassin circulaire à fond conique à faible pente et équipé d'un racleur hersé tournant en permanence. Le racleur hersé permet de favoriser l'épaississement des boues qui sont dirigées en fond de bassin vers un puits central d'où les boues épaissies sont soutirées.

L'eau surnageant est récupérée par une lame déversant située autour du périmètre de l'épaississeur.

L'eau ainsi récupérée passe dans une goutlotte de récupération et est dirigée. Vers le poste toutes eaux de la station avant d'être refoulée vers l'entrée de la station. Les boues épaissies sont dirigées vers la stabilisation des boues.

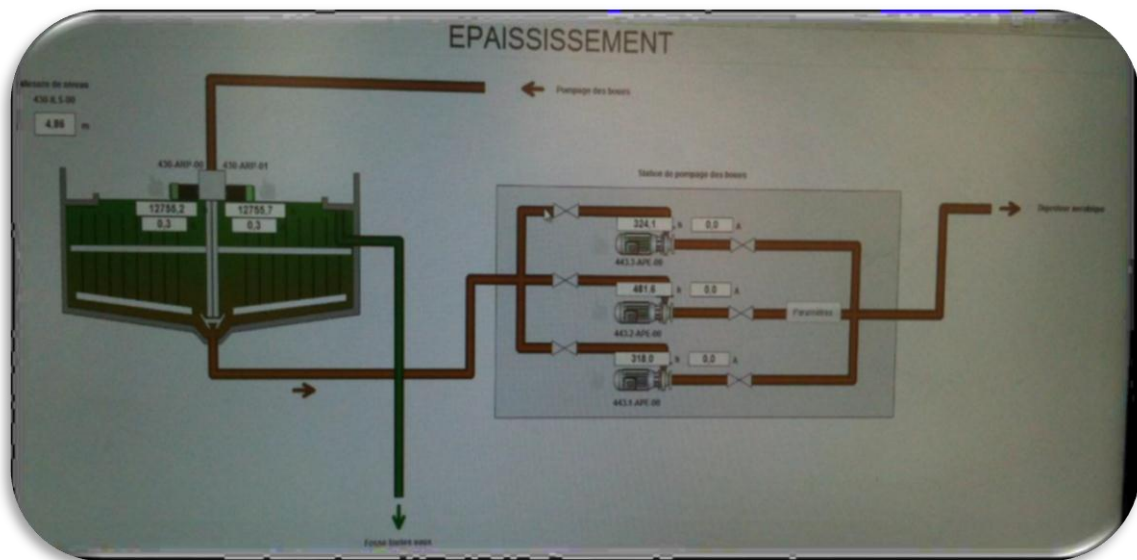


Figure 19 : épaisseur

II.8.4.2. Stabilisation des boues avec turbines superficielles à flottants

Le bassin de stabilisation permet la Stabilisation aérobie des boues produites sur la station avant leur déshydratation.

Les boues sont stabilisées par apport d'oxygène et brassage. Ces deux opérations sont effectuées au moyen d'une turbine d'aération de surface disposée au centre du bassin et fixée au pont.

Les turbines ont été dimensionnées pour assurer une aération du bassin permettant une stabilisation optimum des boues.



Figure 20 : La Stabilisation aérobie des boues

Le mouvement des boues dû au fonctionnement de ces turbines permet d'assurer un mélange du bassin.

Ceci évite la mise en place d'agitateurs submersibles en supplément. La stabilisation aérobie des boues permet de réduire la quantité des boues avant être traitées ultérieurement grâce à l'activité bactérienne ayant lieu dans le bassin de stabilisation.

Les boues stabilisées sont également moins génératrices d'odeur et la stabilisation permet également la réduction des pathogènes présents dans les boues.

II.8.4.3. Déshydratation des boues en lits de séchage

Figure 21 : Déshydratation des boues en lits de séchage

Les lits sont dimensionnés pour assurer une autonomie de séchage aux conditions nominales de fonctionnement.

Les aires sont équipées avec un système de drainage. L'eau ainsi récupérée dans une fosse est dirigée par pompes submersibles vers le distributeur des bassins biologiques.

I.8.4.4. Déshydratation mécanique des boues

Le filtre presse à bande a été dimensionné pour traiter la totalité des boues en **5** jours par semaine avec une durée maximum de fonctionnement de **20** heures par jour, et pour obtenir une siccité finale des boues de 18 - 22% en sortie.

Le filtre presse à bande est de type " haute siccité " et fonctionne entièrement en mode automatique.



Figure 22 : Déshydratation mécanique des boues

Le fonctionnement du filtre presse est continu et à vitesse constante. Le concentrât résultant de la déshydratation, est amené gravitairement vers la fosse toutes eaux pour être réintroduit dans le traitement.

La boue qui était déshydratée mécaniquement ou les lits de séchage sera transportée au centre d'enfouissement technique de BOUIRA.



Figure 23 : CET de Bouira photo de Google Earth

CHAPITRE II PRESENTATION DE LA STATION D'EPURATION

MATERIELS ET METHODES

Ce chapitre, est consacré à la représentation des différentes méthodes et matériels utilisés pour traitement des eaux usées au niveau de laboratoire de la station d'épuration de Bouira.

III. 1. Paramètres physico-chimiques**III.1.1. La turbidité**

L'utilisation d'un spectrophotomètre a pour but de vérifier la turbidité d'une eau et la DCO, DBO₅ (méthode spectrophotométrie).

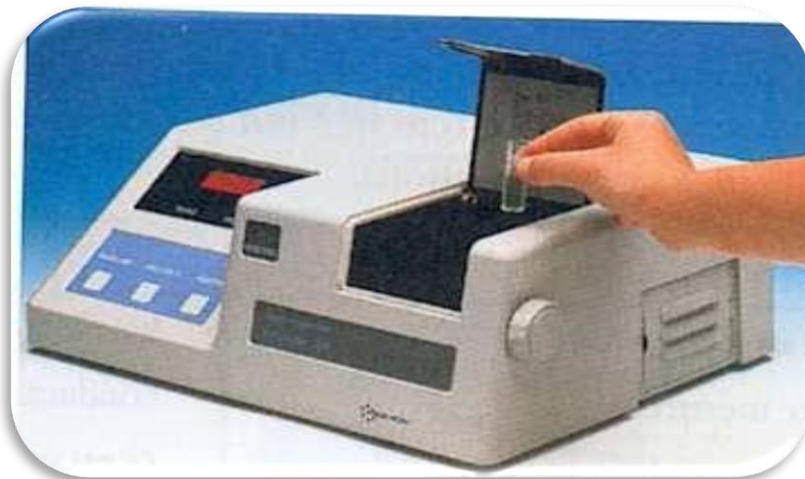


Figure 24 : Spectrophotomètre utilisé pour déterminer la turbidité

III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)**III.1.2.1. Mesure de pH et T (°C)**

Pour déterminer la qualité de l'eau traitée (l'acidité, neutralité, ou la basicité), on a utilisé le pH mètre illustré sur la figure 25.

III.1.2.1.a. Matériel utilisé

- pH mètre et accessoires
- Pissette d'eau distillée.



Figure 25 : pH mètre

III.1. 2.1.b. Mode opératoire

Remarque : Le port des gants avant chaque manipulation est obligatoire.

- Plonger l'électrode dans la solution à analyser ;
- Mettre en service le pH mètre suivant la procédure de constructeur ;
- Lire le pH et la température dès que la stabilité de celle-ci ;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage et on conserve l'électrode toujours dans de l'eau déminéralisée.

III.1 .3. Conductivité

Pour déterminer la conductivité de l'eau étudiée, à l'aide d'un conductimètre présenté sur la figure 26.

III. 1. 3. 1. Matériel utilisé

- Conductimètre et accessoires ;
- Pissette eau distillée.



Figure 26 : conductimètre utilisé pendant le traitement.

III. 1. 3. 2. Mode opératoire

Remarque : Le port des gants avant chaque manipulation est obligatoire.

- Plonger l'électrode dans la solution à analyser.
- mettre en service le Conductimètre suivant la procédure constructrice.
- Lire la conductivité dès la stabilité de celle-ci.
- Rincer bien l'électrode après chaque usage.

III. 1. 4. La quantité de MES, MVS, MMS, IB, V30

Pour déterminer la quantité en MES, MVS, MMS, IB, V30, on a utilisé le matériel disponible au niveau de station représenté sur les figure 27, 28, 29, 30 et 31.

III. 1. 4. 1. Mode opératoire de la détermination du V30, MES, MVS, IB

III. 1. 4. 1. a. Le V30

- Homogénéiser l'effluent à analyser, verser 01 litre dans l'éprouvette ;
- Laissé décanter pendant 30 min.

III. 1. 4. 1. b. Les MES, MVS

➤ **Méthode par filtration**



Figure 27 : pompe à vide

- Sécher les filtres (fibre de verre) dans l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant ;
- Peser les filtres (**P0**) ;
- Filtrer par l'intermédiaire d'une pompe à vide un volume **V** (100 mL) de chaque échantillon.
- Sécher ensuite à l'étuve à 105°C pendant 02 h.
- Peser les filtres (**P1**).



Figure 28 : Etuve

$$MES = (p1 - p0) * \frac{1000}{v} \quad (1)$$



Figure 29 : four

- Mettre les filtres au four pendant 02 h à 525 °C ± 25 °C.



Figure 30 : dessiccateur

- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser les filtres (**P2**).

$$MVS = (p1 - p2) * \frac{1000}{v} \quad (2)$$

➤ Méthode par centrifugation

Figure 31 : centrifugeuse

- Prendre un volume d'échantillon **V**, l'introduire dans la centrifugeuse pendant 20 min à 3000 tr/min.
- Recueillir le culot de centrifugation dans une capsule en porcelaine préalablement séchée à 105°C et pesée (**P0**).
- Rincer le godet de la centrifugeuse deux fois avec environ 20 mL d'eau distillée et recueillir les eaux de rinçage dans la capsule.
- Sécher la capsule dans l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant (02h).
- Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser la capsule (**P1**).

$$MES = (p1 - p0) * \frac{1000}{V} \quad (3)$$

- Mettre la capsule au four pendant 02 h à 525°C ± 5°C.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la capsule (**P2**).

$$MVS = (p1 - p2) * \frac{1000}{V} \quad (2)$$

III. 2. Les paramètres chimiques**III. 2. 1. La DCO**

Pour déterminer la DCO d'une eau, on a utilisé le matériel illustré sur la figure 32.

- **Mode opératoire**

- **Préparation des réactifs (DCO)**

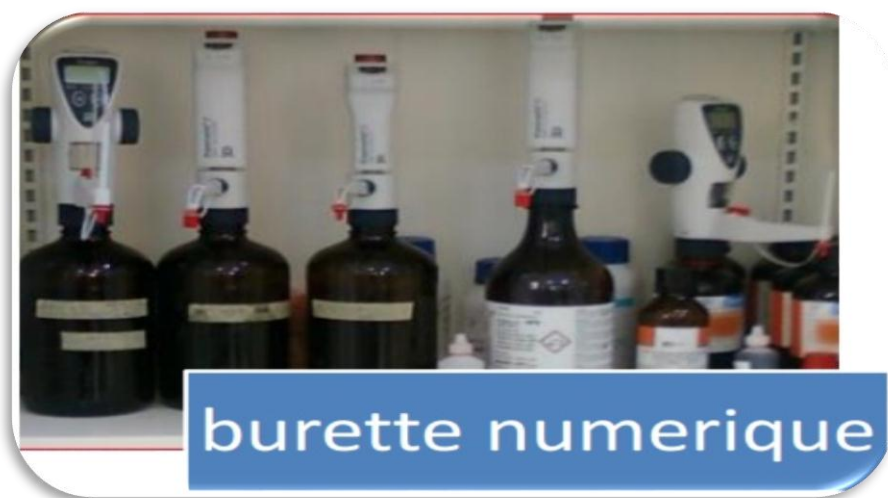


Figure 32 : burette numérique

- **Principe de la DCO**

Pour estimer la quantité d'oxygène nécessaire à un échantillon donné pour être oxydé, la méthode normalisée prévoit l'adjonction de dichromate de potassium pour permettre l'oxydation de toutes les matières organiques ou minérales susceptibles de l'être. Ebullition à reflux, en présence de sulfate de mercure, d'une prise d'essai en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium et d'un catalyseur à l'argent (AgSO_4) au milieu fortement acidifié par l'acide sulfurique, pendant une période de temps donnée durant laquelle une partie du dichromate est réduite par les matières oxydables présentes.. A l'issue de cette réaction, il suffit de titrer le dichromate restant en solution et d'estimer, par différence, la quantité d'oxygène demandée par la réaction. Ce titrage est réalisé en réduisant le dichromate restant par

une solution de sel de Mohr [FeSO₄, (NH₄)₂SO₄, 6H₂O]. La ferroïne, indicateur coloré, vire du bleu au rouge lorsque cette réaction est complète.

1 mole de dichromate (Cr₂O₇²⁻) est équivalente à 1.5 mole d'oxygène (O₂).

- **Digestion de l'échantillon**

Dans cette étape, il aura une oxydation chimique de la matière organique réductrice contenue dans l'eau, par un excès de dichromate de potassium. (K₂Cr₂O₇).

Cette oxydation se réalise en milieu sulfurique (H₂SO₄), en présence de sulfate d'argent (Ag₂SO₄) et de sulfate de mercure (HgSO₄), à ébullition à reflux pendant 1h30 dans une éprouvette muni d'un réfrigérant.

-Introduire les réactifs et l'échantillon à analyser au moyen de pipettes graduées dans les éprouvettes de digestion propres, en suivant l'ordre et la quantité définis dans la table suivante.

Tableau 4 : Introduire les réactifs et l'échantillon à analyser au moyen de pipettes graduées dans les éprouvettes de digestion propres, en suivant l'ordre et la quantité.

Réacteur	Sulfate de mercure (mg)	Dichromate de potassium à 0,25 N (ml)	Sulfate d'argent+ Acide sulfurique (ml)	Echantillon (ml)
ECO6	400	10	30	20

-Ajouter 5 ou 6 billes régulatrices d'ébullition, les pierres ponces.

-Mettre les réfrigérants (leurs rôle est de condenser le gaz dégagé ensuite le faire tomber dans l'éprouvette) sur les éprouvettes.

-Introduire les éprouvettes dans le réacteur.

-Après un temps de chauffage de 120 min. à 150 °C, enlever les éprouvettes et laisser refroidir (dans un porte éprouvettes métallique approprié).

- **Recherche de la normalité de sel de Mohr**

La normalité de la solution standard de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) est **0,125 N**, mais Le titre se réduit avec le temps et par conséquent il doit être contrôlé chaque fois que l'on réalise l'analyse par rapport à la solution standard de dichromate de potassium.

On sachant que : $N_{\text{sel de mohr}} * V_{\text{sel de mohr}} = N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} * V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$

Donc $N_{\text{sel de mohr}} = (N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} * V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}) / V_{\text{sel de mohr}}$

Tel que $N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 0.25\text{N}$ et $V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 10\text{ml}$

$N_{\text{sel de mohr}} = (2.5) / V_{\text{sel de mohr}}$

- **Titration de l'échantillon**

Dans cette étape ; on fait un dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de Mohr.

-on transvase le contenu de chaque éprouvette en matras à goulot large, rincer avec de l'eau distillée 3 ou 4 fois.

-on ajoute 5 ou 6 gouttes d'indicateur à la ferroïne. Après le refroidissement, on titre avec une solution jusqu'au moment où la couleur de la solution change de vert bleu à orangé. au moment où la couleur change on note le volume affiché sur les burettes

Tableau 5 : les quantités exactes de réactifs

Normalité Sel de Mohr	Dichromate de potassium à 0,25 N (ml)	Eau distillée (ml)	Acide sulfurique Concentré (ml)
0.125	10	100	30

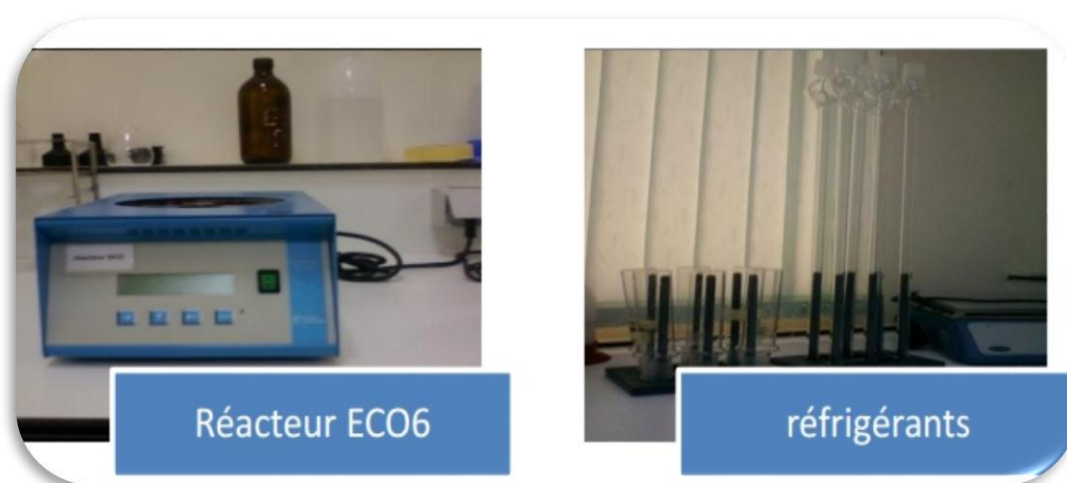


Figure 33 : réacteur ECO6 et réfrigérants

III. 2. d. Calcul du DCO

La valeur du DCO (norme internationale Iso 6060), de l'échantillon examiné est calculée par la formule suivante :

$$DCO \left(\frac{mg}{L} \right) = (b - a) * \frac{8000 * N}{V} \quad (4)$$

Où :

b: Volume de la solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) utilisés pour le titrage du blanc (mL).

a: Volume de la solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) utilisés pour le titrage de l'échantillon examiné (mL).

N : Normalité de la solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr).

V : volume de l'échantillon examiné.

8000 : Masse molaire, en milligrammes par mole, de 1/2 O₂.

III. 3. Méthode par spectrophotomètre

III. 3. 1. Mesure en demande chimique en oxygène DCO

La mesure de la demande chimique en oxygène des eaux épurées nous renseignant sur la bonne marche des bassins biologiques et nous permettant d'estimer la DBO (demande biologique en oxygène).

III. 3. 2. Matériels utilisés

- Spectrophotomètre.
- Pipette volumétrique de 2 mL.
- Thermo réacteur 148°C.
- Chronomètre.
- Kit de DCO 21258_51.
- Lunette de protection.
- Gants.

III. 3. 3. Mode opératoire

Remarque : Ports des lunettes et des masques de protection, les blouses et les gants avant la manipulation sont obligatoire

- Homogénéiser 100 ml de l'échantillon pendant 30 secondes (pour les échantillons contenant de grandes quantités de matière solide 2min).
- Activer le thermo réacteur et le préchauffer à 150°C.
- Retirer les bouchons des deux tubes de réactif (blanc, échantillon).
- Maintenir les tubes positionnés à 45° et pipeter 2ml de l'eau distillée (blanc) et 2 ml de l'échantillon.
- Fermer hermétiquement les tubes.

- mélanger le contenu des tubes en les tenants par bouchon (réaction exothermique).
- chauffer les tubes pendant 2 heures à 150 °C dans le thermo réacteur préchauffé.
- Laisser les tubes refroidir pendant 20 min.
- retirer les tubes du thermo réacteur, agiter les tubes encore chauds ensuite les placer dans un support afin qu'ils refroidissent jusqu'à température ambiante.
- Introduire le blanc dans le spectrophotomètre ensuite l'échantillon pour faire la lecture.

III. 4. 1. La DBO₅

➤ Mode opératoire de la DBO₅



Figure 34 : Incubateur + oxitop + flacon

- mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à 20°C ± 1°C.
- rincer le flacon de DBO avec l'échantillon et remplir minutieusement à l'aide des fioles jaugées appropriées (**dans notre cas l'eau brute 164 ml et l'eau épurée 432 ml**).
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Insérer le godet à soude dans le goulot du flacon.
- Mettre 02 à 03 pastilles de soude dans le godet avec une pince (**Attention** : les pastilles de soude ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon).

- Fermer hermétiquement le flacon avec l’OxiTop.
- Commencer la mesure : presser simultanément les touches M et S pendant 02 secondes, l’afficheur indique 00.
- Mettre les flacons avec OxiTop dans l’incubateur pendant 05 jours.
- Pendant 05 jours l’échantillon est agité en continu, L’OxiTop enregistre automatiquement une valeur toutes les 24h pendant 05 jours.
- Pour connaître la valeur actuelle presser la touche M.
- Après 05 jours lire les valeurs mémorisées : presser la touche S.

➤ **Conversion des unités**

Convertir les valeurs affichées (digits) en valeur DBO avec le tableau suivant :

$$\text{Digits} * \text{facteur} = \text{DBO}_5 \text{ (mg /L)}$$

Tableau 6 : les valeurs affichées (digits) en valeur DBO

Volume de l’échantillon (mL)	Plage de mesure (mg/L)	Facteur
432	0-----40	1
365	0-----80	2
250	0-----200	5
164	0-----400	10
97	0-----800	20
43.5	0-----2000	50
22.7	0-----4000	100

III. 5. Les paramètres bactériologiques

III. 5. 1. Vue microscopique

Une observation microscopique permet l’analyse des différents composants de la boue (caractéristique du floc, et type décroissance bactériens).



Figure 35 : microscope et micropipette

III. 5. 2. Matériels utilisée

- Microscopique.
- Une lame.
- Des lamelles.
- micropipette.

III. 5. 3. Mode opératoire

- prendre une lame ;
- Introduire une goutte de boue sur cette lame à l'aide d'une micropipette ;
- mettre soigneusement une lamelle sur cette goutte ;
- Observer dans les oculaires de microscope les différents protozoaires ;
- Noter les protozoaires trouvés en suivant le guide de laboratoires.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans ce chapitre, on donne les résultats des mesures des paramètres physico-chimiques, le débit d'entrée, la pollution particulière et la pollution carbonique de l'eau brute et l'eau épurée pendant les jours de stage pratique voir tableau 6.

IV. 1. La température et la conductivité

Le tableau 7 (voir l'annexe) représente la conductivité et la température dans l'eau brute et l'eau épurée pendant la période du stage pratique.

IV. 1. a. Température

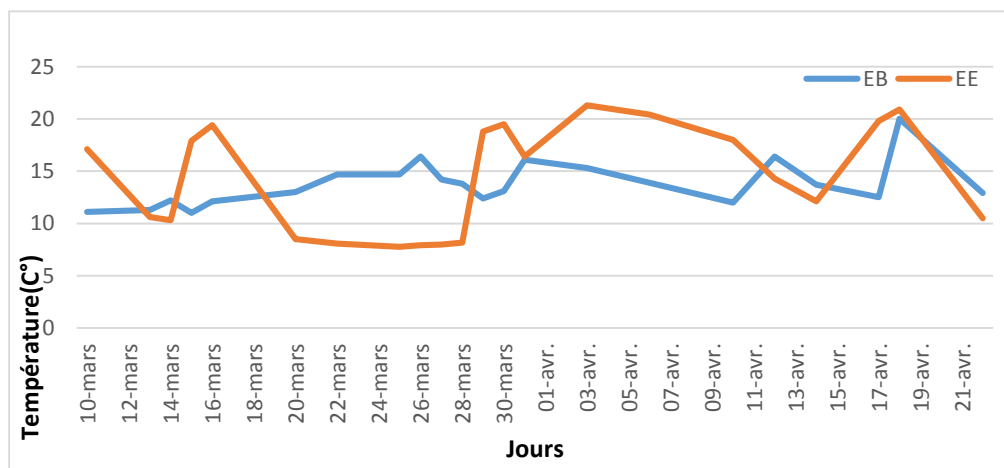


Figure 36 : Evolution de la température en fonction du temps.

D'après les résultats obtenus, on constate que la température de l'eau brute et l'eau épurée varie de **6.90 °C** à **21.30°C** donc la température varie de jour à l'autre en relation directe avec la température atmosphérique.

D'après les normes contractuelles de l'ONA (Iso 14001), donc notre résultats sont bons (**12°C et 20°C**).

IV. 1. b. Conductivité

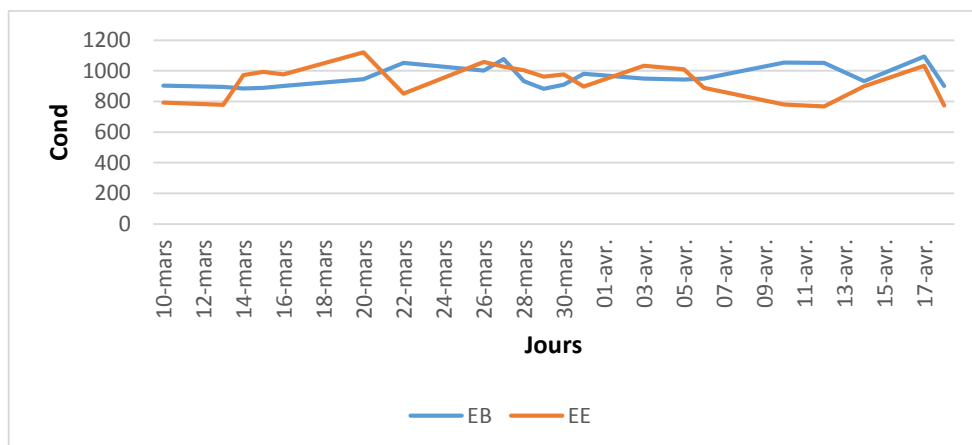


Figure 37 : Evolution de la conductivité en fonction du temps

Dans ce graphe, la valeur minimale est de **700 $\mu\text{S}/\text{cm}$** et la valeur maximale est de **1150 $\mu\text{S}/\text{cm}$** pour l’eau brute et l’eau épurée.

Dans le tableau 7 (voir l’annexe), nous avons constaté que la conductivité est en fonction de la température, si la température augmente, la conductivité augmente et même dans le cas contraire.

IV.2. pH

Le tableau 8 (voir l’annexe) représente la variation du pH de l’eau brute et l’eau épurée pendant les jours de stage.

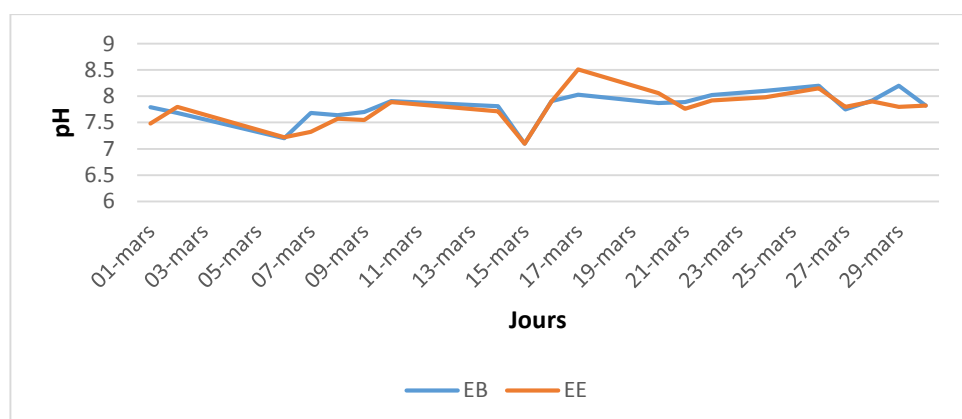


Figure 38 : Evolution du pH en fonction du temps.

Cette figure montre que le pH à l’entrée de la STEP entre **7.05** et **8.17**, on peut dire qu’il est presque neutre. Dans ce cas on n’a pas besoin de le neutraliser.

Le pH à la sortie de la STEP varie entre **7.01** et **8.25** ; ces valeurs répondent aux normes de rejets (**6.5 - 8.5**). (Iso 6060)

IV. 3. MES

Le tableau 9 (voir l’annex) nous donne les concentrations de **MES**, **MES_{moy}**, le rendement d’élimination de l’eau brute et l’eau épurée pendant les dates indiquées.

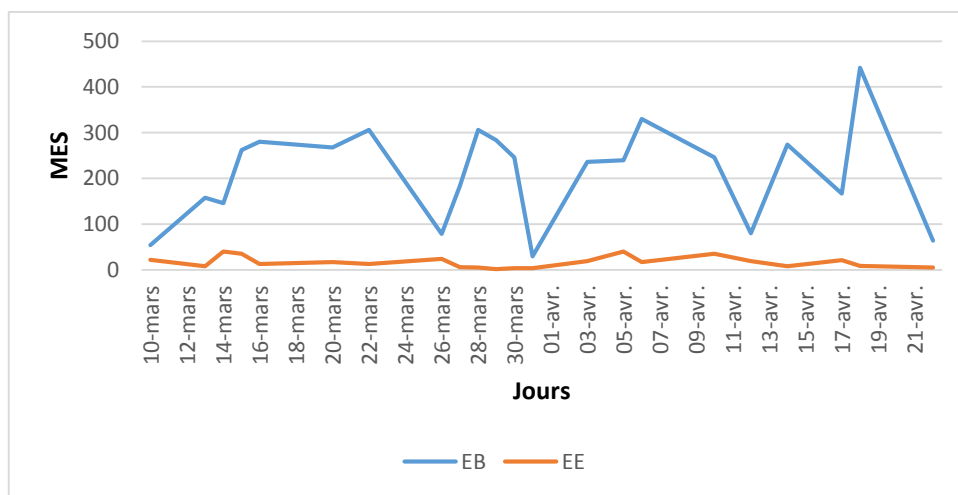


Figure 39 : Evolution des MES en fonction du temps.

La concentration de MES à l’entrée de la station varie de **30** à **442 mg/L** et à la Sortie de la station varie de **2** à **40 mg/L**.

Au cours de ces résultats on peut dire que le traitement est bien fait sauf les **4** Jours ou on a trouvé les MES dans l’eau épurée est supérieur à **30 mg/L**. Ce problème due à la négligence de nettoyage de l’échantillonneur automatique, Une filent chargée qui entre dans la station.

La moyenne de l’eau épurée est inférieure à **30 mg/L** donc elle réponde à la norme contractuelle de la station (Iso 6060).

IV. 4. Débit (m³/j)

Le débit d’entrée est mesuré par le compteur venturi qu’on trouve entre le déssableur/ dégraisseur et le répartiteur. Les valeurs de débit sont données sans le graphe suivant :

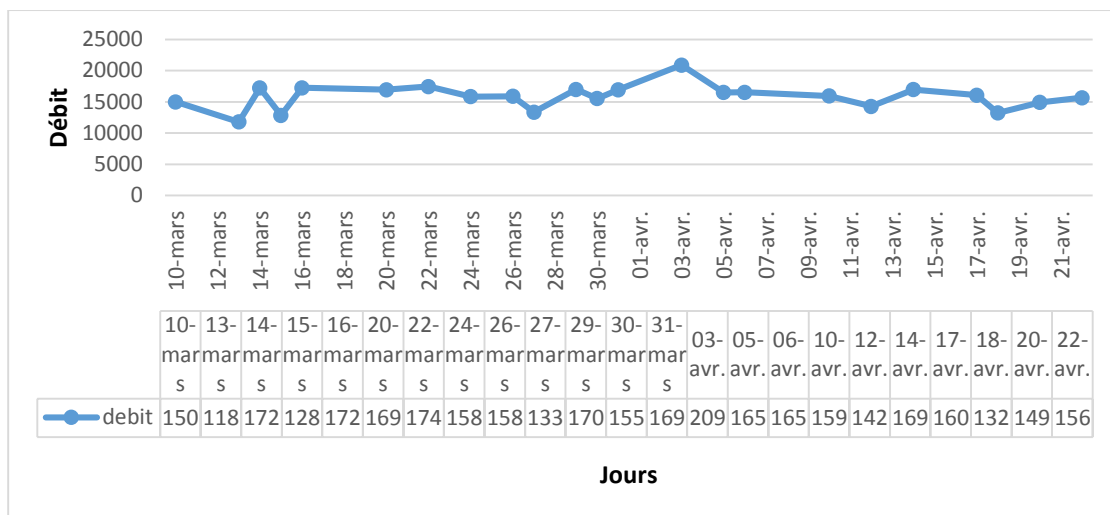


Figure 40 : Evolution de débit en fonction du temps.

On remarque que la petite valeur du débit d’entrée est **11802 m³/j** et la grande valeur est **20908 m³/j** cette valeur du au jour de pluie.

IV. 5. La DBO₅, DCO et le rapport DCO/DBO₅

Le tableau 10 (voir l’annexe) nous donne les différentes valeurs de la DCO et la DBO₅ et le rapport DCO/DBO₅.

IV. 5. a. La DBO₅

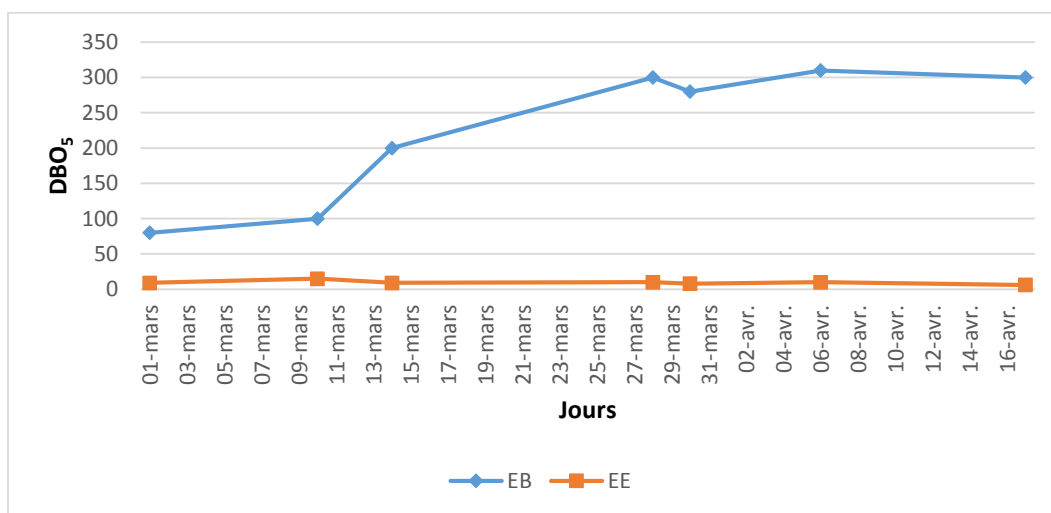


Figure 41 : Evolution d la DBO₅ en fonction du temps.

La DBO₅ à l’entrée de la station varie de **80 à310 mg/L**, et à la sortie de la station varie de **6 à15 mg/l**.

La DBO₅ de l'eau épurée répond à norme contractuelle de la station (**20 mg/L**) et celle de l'OMS (**40mg/L**).

IV. 5. b. La DCO

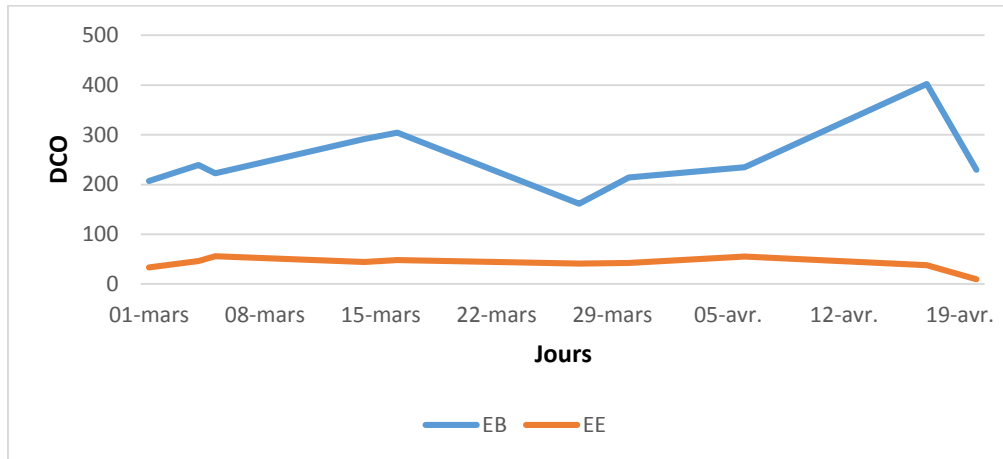


Figure 42 : Evolution de la DCO en fonction du temps.

Les eaux usées épurées doivent présenter une DCO ≤ 120 mg/L d'après les objectifs de la station.

A la sortie de la station, l'eau épurée présente une DCO comprise entre **9.66** et **55.7 mg/L** ce qui veut dire un bon fonctionnement de bassins biologiques, donc le traitement biologique est efficace.

La DCO à la sortie de la station d'épuration répond à la norme des rejets (≤ 120 mg/L) (Iso 6060) norme internationale classique

IV. 5. c. Le rapport DCO/DBO₅

➤ Biodégradabilité K

- **1.34 < K < 1.5** : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- **1.5 < K < 2.5** : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- **2.5 < K < 3** : les matières oxydables sont peu biodégradables.
- **K > 3** : les matières oxydables sont non biodégradables.

IV. 6. Détermination de MES et MVS dans les bassins d'aération

Le tableau 11 (voir l'annexe) nous donne les moyennes de MES, MVS, IB et V30 des quatre bassins biologiques.

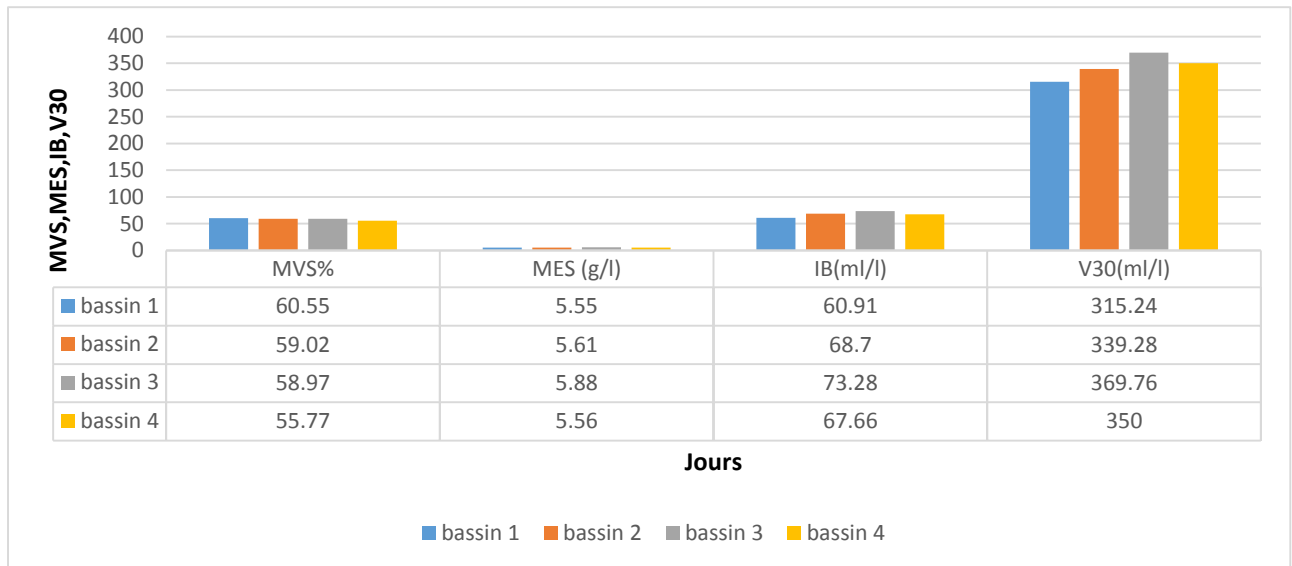


Figure 43 : Evolution des moyennes des IB MES MVS V₃₀

D'après le graphe des moyennes des MVS on remarque que la teneur des MVS varie de **50% à 60%**.

D'après le graphe donné on observe que les concentrations de MES des 4 bassins varient de **5.55 et 5.88 (g/L)**.

La moyenne de l'indice de boue varie de **60.91 et 73.28 mL/g**, ces valeurs sont inférieures à 150 mL/g donc la boue facilement décantable.

Dans le dernier lieu, on parle de la moyenne de V30 qui varie entre **315.24 et 370 mL/L**.

Dans le cas **V30 > 300 mL/L**, donc on a subis une dilution avec de l'eau épurée (500ml de l'échantillon très homogénéisé et 500 mL de l'eau épurée).

IV. 7. Analyse de la pollution azotée et phosphorée

Dans le tableau 13 (voir l'annexe) : on remarque que la quantité de la pollution dissoute dans l'eau brute varie de **1,29** et **28,5** mg/L et dans les eaux épurées de **0,37** et **13.6** mg/L.

La diminution de ces concentrations à la sortie de la station est due à l'oxydation de l'ammoniac en nitrites puis en nitrates. On appelle ce phénomène la nitrification qui se déroule dans le bassin d'aération.

De la même manière la concentration de nitrites à la sortie de la station a diminuée, parce que ces nitrites sont oxydés en nitrates.

On remarque aussi que la quantité de nitrate a diminuée, celle-ci due au phénomène de dénitrification et la quantité de la pollution dissoute est très élevée à la sortie de la station, car a était en panne.

Dans cette partie, nous décrivons l'observation microscopique des boues ou en général, il s'agit des protozoaires.

IV.8. Observation microscopique des boues

IV.8. 1. Les flagellés

Leur identification est difficile compte tenu de leur petite taille (< 20 µm) à l'exception des flagellés coloniaux et de quelques grandes espèces.

Les principales espèces sont identifiées à partir de leur taille, de leur forme et de leur mobilité.

IV.8. 2. Présence de petits flagellés

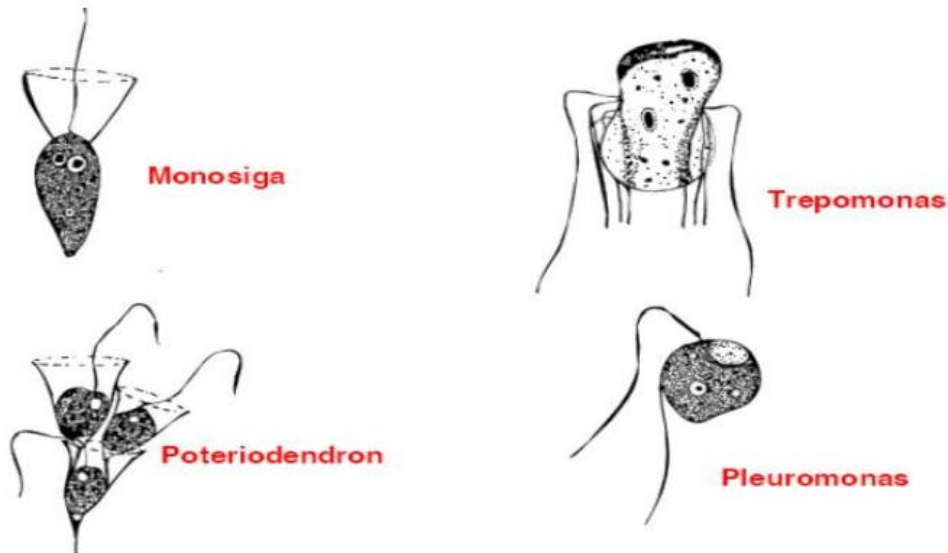


Figure 44 : les flagellés.

IV.8. 3. Monas

Pratiquement toujours présent dans les boues activées, ne se développe pas en période d'instabilité. Peut être associé à une charge faible et un rendement correct.

En forte densité, indicateur d'apport notable d'effluents particuliers dont les industries animales (abattoirs de volailles, de bétails ...).

IV.8. 4. Trépomonas

Leur présence, même en densité assez faible, est signe de carence en oxygène. Ils sont accompagnés d'une densité totale de la microfaune faible et d'autres indicateurs de sous oxygénation (spirilles, bactéries filamenteuses caractéristiques).

La plus caractéristique des carences en oxygène semble être Hexamita qui, par ailleurs, est le plus fréquemment rencontré.

IV.8. 5. Les ciliés nageurs

Ils correspondent à la classe dominante lors des observations au microscope (70 % des populations) pour des installations fonctionnant correctement dans le domaine de l'aération prolongée.

La ciliature a un double rôle, elle sert à acheminer la nourriture vers la région buccale et représente aussi pour certains le moyen de locomotion.

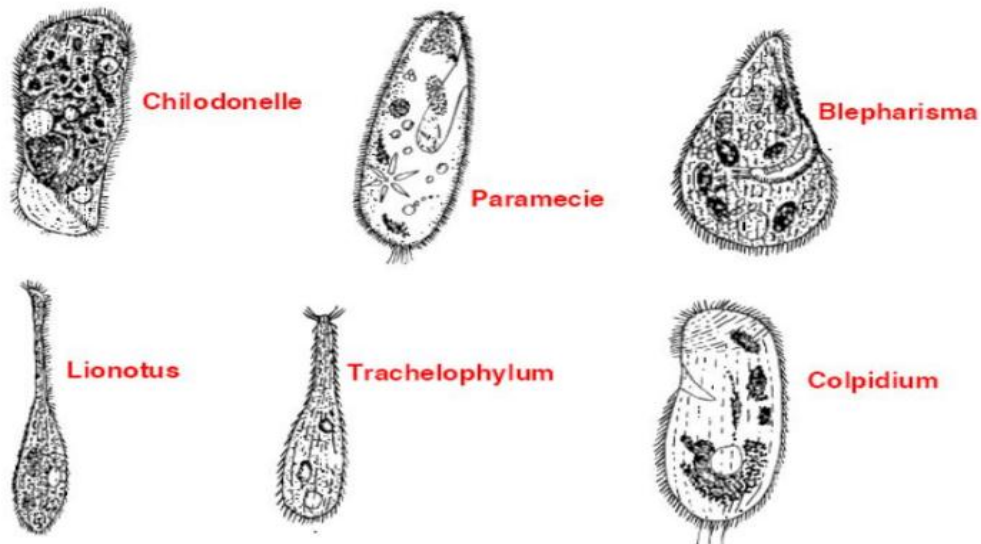


Figure 45 : Les ciliés nageurs.

IV.8. 6. Ciliés holotriches

Alimentation : bactéries, petits flagellés (monas), cannibale. Exploite la surface des floccs, concurrence, Chilodonella, Aspidisca.

Peut être présent quel que soit le domaine de charge de l'installation avec une préférence pour la moyenne charge.

D'autant plus abondant que la charge est élevée. Dominant, il est corrélé à une épuration médiocre. Indicateur d'une phase transitoire (surcharge, anomalies sur l'aération ...). Absence de relation avec le degré d'aération du système.

IV.8. 7. Genre lionotus

Alimentation : bactéries, flagellés, ciliés (péritriches).

- Parfois appelé Lionotus.
- Hôte préférentiel des stations fonctionnant en moyenne charge.

- Espèces non permanentes, indicatrices d'une phase transitoire du traitement.

IV.8. 8. Les ciliés fixes

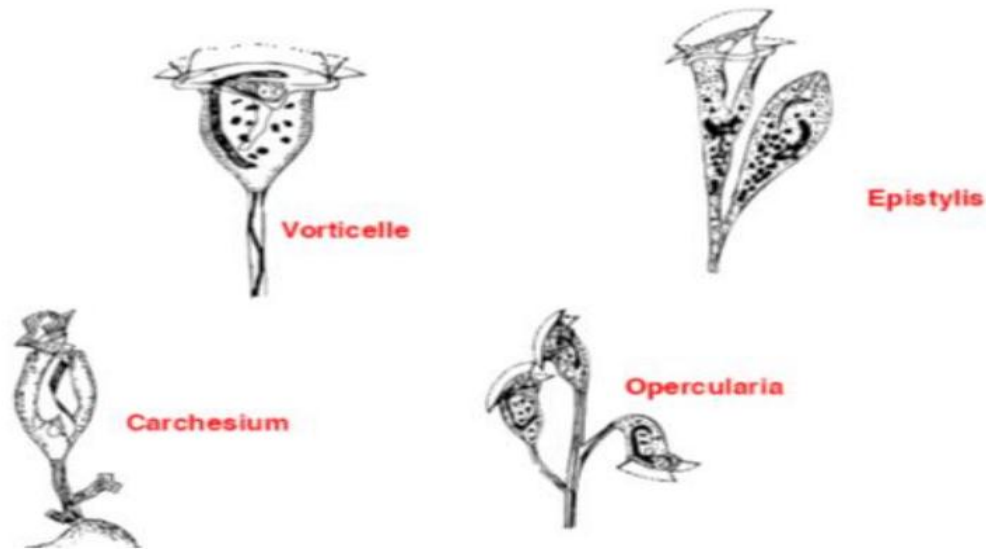


Figure 46 : Les ciliés fixes.

IV.8. 9. Vorticelles à pédoncule court

Présents dans les eaux interstitielles encore chargées en bactéries libres ; celles-ci pouvant être dues à une charge plutôt élevée. Le niveau de traitement de l'installation est moyen.

Deux exceptions pour ces vorticelles à pédoncule court, *Vorticella communis* et *Vorticella picta*, qui se retrouvent fréquemment dans des eaux interstitielles de bonne qualité.

IV.8. 10. Vorticelles à pédoncule long

Leur présence n'est pas liée à un domaine de charge particulier. Espèces relativement fragile à l'apport de toxiques et à un manque d'oxygénation. Observées sur des installations où l'oxygène est donc plutôt présent en permanence.

Indicateur d'une efficacité épuratrice correcte. D'une manière générale, la longueur du pédoncule est en relation avec le degré de traitement plus le pédoncule est long, meilleur est le traitement.

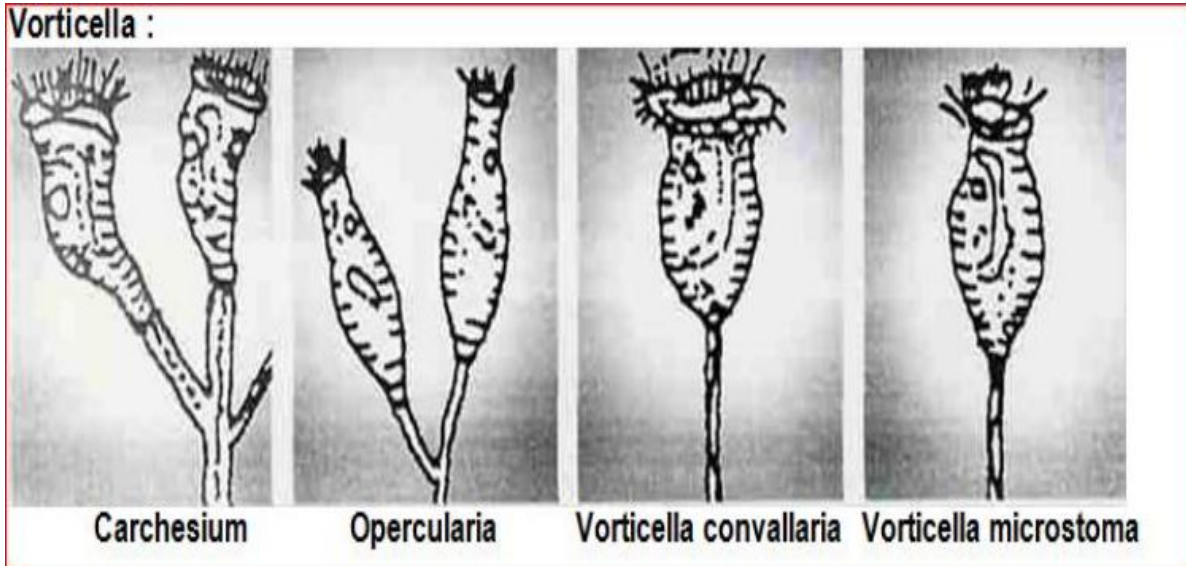


Figure 47 : Vorticelles à pédoncule long.

IV.8. 11. Epystilis rotans

- Alimentation : bactéries libres.
- Présence commune
- Leur présence est associée à un fonctionnement correct et stable de l'installait
- Leur développement est corrélé à de longues périodes d'anoxie associées dans l'ensemble à une fourniture d'oxygène suffisante.
- En bassin unique, indicateur d'effluents traités de très bonne qualité.



Figure 48 : Epistylis rotans.



Figure 49 : Epistylis rotan.

IV.8. 12. Métazoaires

- Ce sont des organismes encore plus évolués que les protozoaires.
- Ils se reproduisent plus lentement.
- Leur présence indique que la boue biologique est âgée.
- Autant la présence de rotifères est de bon signe, autant celle de nématodes témoigne d'une boue trop âgée.

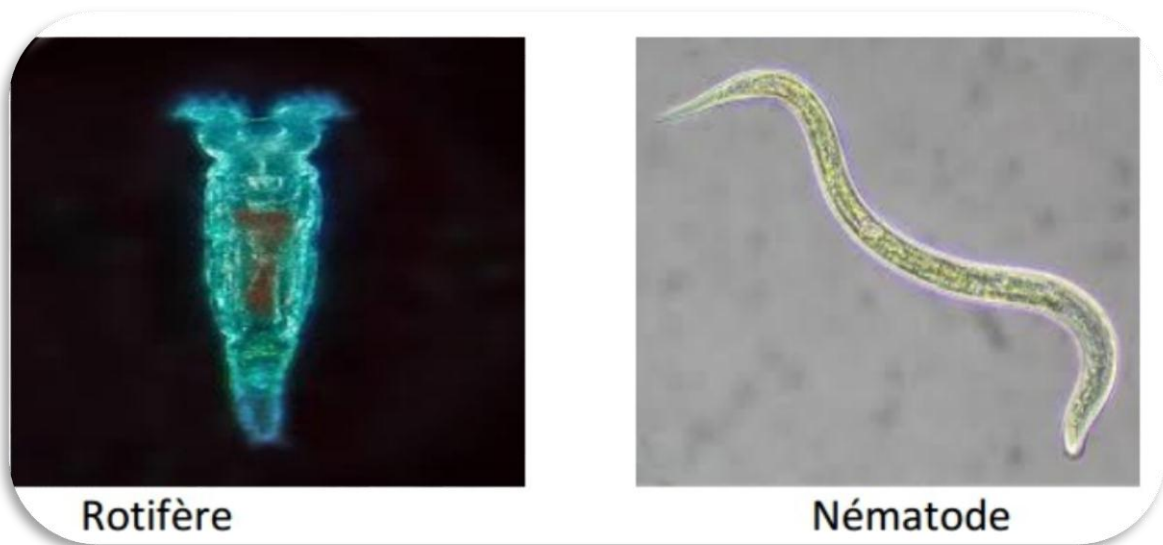


Figure 50 : Métazoaires.

IV.8. 13. Nématodes

- Alimentation : détériore, certaines espèces sont prédatrices de protozoaires.
- Sujet à prolifération.
- Présence fréquente dans les systèmes à cultures fixées.
- Peut être présent en faible quantité dans tous les types d'installation, quel que soit le taux de charge.
- Assez résistants à la sous aération du milieu.
- Leur présence n'est pas défavorable au processus épuratoire (remaniement important du floc).
- Pas un indicateur de la qualité du traitement par contre, en densité importante, ne signe de dépôts dans le bassin d'aération ou le décanteur.

D'après La vue microscopique dans les bassins d'aération :

A partir du 01/03/2016 jusqu'au 06/03/2016 : on a trouvé un nombre minimum de flagelles, de bactéries filamenteuses et beaucoup des ciliés fixes (épistylis, opercularia, vorticelle) qui indique que la boue était dans la deuxième partie (âge de boue moyenne).

A partir de 14/03/2016 on a trouvé des bactéries (amibes, filamenteuses), des ciliés brouteurs (libres) comme l'aspidisca qui indique que la boue est jeune.

- Le 10/03/2016 on a rencontré des ciliés fixes et quelques rotifères qui indiquent que la boue était en route de développement.

A partir de 16/03/2016 jusqu'au 28/03/2016 on remarque qu'on est toujours dans la partie transitoire.

A partir de 16/03/2016 et 31/03/2016 on remarque que la boue est en première partie de développement.

- D'après ces résultats, on aboutit à un âge de boue de 9 et 12 jours au niveau des bassins d'aération.

CONCLUSION

Ce travail s'établit fixé comme objectif principale de contrôler le traitement des eaux usées urbaines par les procédés a boue activée utilisé par la station de traitement des eaux (ONA) de la ville de Bouira.

Les analyses avaient pour le but de suivi de la qualité des eaux usées par des différents paramètres physico-chimiques.

Pour que les microorganismes fassent leurs rôles, plusieurs conditions doivent être satisfaites :

- ✓ l'oxygène : est un élément essentiel pour oxyder les matières organiques.
- ✓ les paramètres physico-chimiques comme :
 - La température (de 12-20°C) pour les eaux brutes et épurées), et de (20-30°C) pour une bonne nitrification et dénitrification ou avec une autre manière dans les bassins biologiques (bassins d'aération).
 - le pH dans les bassins biologiques doit être de 7-8 pour favoriser l'activité métabolique et certains processus d'oxydation biologique (nitrification).
 - la DBO₅ joue un rôle important pour les microorganismes dans le procédé des boues activées.

Les microorganismes utilisent les substances organiques comme nourriture, et à la transformer en de nouvelles cellules et matières biologiques.

Dans l'autre côté, on parle sur la bonne et mauvaise décantation

- l'indice de boue : ce paramètre indique la décantation de la boue.
- un phénomène de bulking (le foisonnement) est prévu si on trouve.
- beaucoup des bactéries filamenteuses (avec le microscope).
- l'indice de boue est supérieur à 150 ml/g.
- en termes de fonctionnement.

CONCLUSION

- Pour les eaux, on peut dire que le traitement est bien fait et les résultats sont bons.
- Pour la boue de Bouira, on a trouvé que la boue est très minéralisée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **J.R. Vaillant, accroissement** et gestion des ressources en eau, éditions Eyrolles, (1977).
- [2] **R.Maachou, traitement** aérobie et anaérobie d'un effluent agro-alimentaire. (2006).
- [3] **H. Ghoualem, A. Khouider** 2008, evaluation and biologic treatment of an urban effluent, Desalination 222 (2008) 302–306.
- [4] **BLIEFERT et PERRAUD, chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets.** Edition de Boeck, (2001), pp 317 à 477.
- [5] **Bollags JM, (1973) ; Rodier et al, (2005),** élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes.
- [6] **Duguet et al, réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine.** 1ere Edition. ASTEE (association Scientifique et Technique pour l'environnement), (2006).
- [7] **REJSEK, analyse des eaux : Aspects Réglementaires et Techniques.** Edition SCEREM, 360p. Edition scréréen CRDPA quitaine ; Bordeaux (2002).
- [8] **DEGREMONT, livre page 20.**
- [9] **Martin, le problème de l'azote dans les eaux.** Ed technique et documentation, Paris, 279p, (1979).
- [10] **Chellé et al, l'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer** Office international de l'eau, (2005).
- [11] **Eckenfelder, gestion des eaux usées urbaines et industrielles.** Ed. Lavoisier. Paris, 503p, (1982).
- [12] **BONTOUX, introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson.** Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p, (1993).
- [13] **BADIA-GONDARD F, l'assainissement des eaux usées.** Edition techni.cités, 231p, (2003).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[14] DEGREMONT, mémento technique de l'eau : 8ème édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200 p (1978).

[15] DES JARDINS, à partir d'un mémoire du monsieur metahri Mohammed Saïd (élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes (1990).

[16] VILAGINES, eau, environnement et santé publique .introduction à l'hydrologie, 2ème édition, Editions TEC et DOC, (2003).

[17] MESSROUK H, contribution à l'évaluation et au traitement des usées dans la région de Ouargla, Cas composés phénoliques, (2011).

[18] SATIN et SELMI, SATIN M., SELMI B., 1999. Guide technique de l'assainissement, 2ème édition. Edition LE MONITEUR, Paris, 680p, (1999).

[19] LABADI K et MOUKAR M., étude des performances de la station de traitement des eaux usées urbains par lagunage de la ville de Ouargla, Mem, Ing, Ecologie vegetale et environnement, univ, Ouargla (2010).

[20] RODIER J , analyse de l'eau, Édition Dunod, Paris, (2005).

[21] Jean RODIER et all, l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édition. DUNOD. PARIS. 1996.

[22] R. SALGHI, différentes filières de traitements des eaux. Cours. Ecole nationale des sciences appliquées d'AGADIR. Université IBEN ZOHIR. ROAUME du MAROC, (2006).

[23] F. BERNIE et J. CORDONNIER., traitement des eaux. TCHNIP. France, Novembre (1991).

[24] Claude CARDOT, génie de l'environnement, les traitements de l'eau. Edition Ellipses. Paris, (1999).

[25] DEEJARDIN R., le traitement des eaux, 2ème édition de l'école Polytechnique de Montréal (1997).

[26] FAO, l'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, pp 73, (2003).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [27] FRANCK.R., analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp 165-239, (2002).
- [28] MONTIEL A, contrôle et préservation de la qualité microbiologique des eaux : traitements de désinfection. Rev. Fr. Lab, 364, pp 51-53, (2004).
- [29] EFFEBI K R., lagunage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie. Thèse Doctorat. Université de Liège Campus ? D'ARLON, pp 7-9.2, (2009).
- [30] AFNOR, norme NFT9-101, détermination de la demande chimique en oxygène, Paris, (1988).
- [31] Agence de l'eau, conception des stations d'épuration : les 50 recommandations, Etude Inter Agences N° 45, 1996, 56 p, (1996).
- [32] Brissaud F, épuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et études de cas, (1993).
- [33] Collectif, synthèse du fonctionnement du lagunage naturel de Vauciennes (Oise), CEMAGREF, SATESE de L'Oise, Agence de l'Eau Seine Normandie, Paris, (1984).
- [34] Schetrite S, étude synthétique du fonctionnement du lagunage naturel de Vauciennes (Oise) : Octobre 81 à juillet 91, CEMAGREF, SATESE de l'Oise, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Paris, (1994).
- [35] Cooper P F, nitrification and denitrification in Hybrid Constructed Wetland systems. Chapter 12 in Transformations in Natural and Constructed Wetlands, Vymazal, J (Editor) to be published by Backhuys Publishers, Leiden, and The Netherlands from paper presented at workshop of the same name held at Trebon, Czech Republic, (2001).
- [36] Montgomery W., Demonstration project in the treatment of domestic wastewater with constructed wetlands. Monitoring of Maintenance. Final report. LIFE95\UK \A13\GR\181\THE, (1997).
- [37] BOUZIANI M., la pénurie aux maladies ; édition Ibn-khaldoun, P 260, (2000).
- [38] LABADI K et MOUKAR M., étude des performances de la station de traitement des eaux usées urbains par lagunage de la ville de Ouargla, Mem, Ing, Ecologie vegetale et environnement, univ, Ouargla, (2010).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [39] RICHARDE C, les eaux, les bactéries ; les hommes et les animaux ; Edition Elsevier ; Paris, P138, (1996).
- [40] BERNIER B, DUMOULIN P-P et TETREAULT R, Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique Direction des politiques du secteur municipal. Service de l'expertise technique en eau. France, (2001).
- [41] CARDOT C, Les traitements de l'eau – Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, Paris : pp 247, (1999).
- [42] SALEM A, rapport national de l'Algérie ; stratégie de la gestion des eaux dans le bassin méditerranéen, bureau d'étude d'ingénierie et de services BEIS Alger, P11-147, (1990).
- [43] LADJEL F, exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80, (2006).
- [44] TCHIMOGO M, épuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Genie rurale. Blida.132p, (2001).
- [45] KHADRAOUI A., TALEB S, qualité des eaux de sud Algerien. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam. 367p, (2008).

Tableau 7 : les mesures des paramètres physico-chimiques, le débit d'entrée, de l'eau brute et l'eau épurée pendant les jours de stage pratique.

Date	T°C		pH		Cond (µS/cm)		MES (mg/L)		DBO ₅ (mg/L)		DCO (mg/L)		Débit (m ³ /j)
	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	
2016	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	/
01/03	8.70	7.40	7,69	7,48	860	727	150	15	80	09	207.4	33.59	/
02/03	10	8.2	7,68	7,8	796	756	/	/	/	/	/	/	/
03/03	6.9	7.8	8.24	8.43	734	755	/	/	/	/	/	/	/
04/03	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	239.30	46.25	/
05/03	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	222.78	55.7	/
06/03	9.1	6.20	8.13	7.66	729	642	/	/	/	/	/	/	/
07/03	12.30	18.2	8.13	7.67	/	/	7840	11	/	/	/	/	/
10/03	11.1	17.1	/	/	975	972	54	22	100	15	/	/	15000
13/03	/	/	8.09	8.25	894	953	158	08	/	/	/	/	11802
14/03	11.30	10.60	8.00	8.19	/	/	146	40	200	09	291.40	44.16	17240
15/03	12.2	10.30	7.05	7.01	903	792	262	35	/	/	/	/	12836
16/03	11	17.90	7.96	7.58	895	779	280	13	/	/	304	48	17266
20/03	12.10	19.40	7.95	7.76	884	973	268	17	/	/	/	/	16958
22/03	13	8,51	8.17	7.76	888	993	306	13	/	/	/	/	17477
24/03	14,70	8,06	7.82	7.81	902	976	/	/	/	/	/	/	15843
26/03	14,70	7,76	7.94	7.83	945	1122	79	24	/	/	161.28	40.80	15892
27/03	16.40	7,92	7.91	7.96	1052	852	184	06	300	10	/	/	13353
28/03	14.20	8,15	7.66	7.74	1001	1058	306	05	/	/	/	/	17014
29/03	13.10	19.50	7.76	7.42	1077	1028	284	02	280	08	213.88	42.48	15554

ANNEXE

30/03	13,80	16,40	7.81	7.51	933	1004	246	04	/	/	/	/	16946
31/03	12,40	21,30	7.88	7.45	882	962	30	04	/	/	/	/	20908
3/04	13,10	20,40	7.71	7.51	909	977	236	19	/	/	/	/	16119
5/04	16,10	16,40	7.78	7.41	981	897	240	40	310	10	234.46	55.22	16547
6/04	15,30	21,30	7.60	7.40	950	1034	330	17	/	/	/	/	15964
10/04	13,90	20,4	7.91	7.91	943	1011	264	35	/	/	/	/	14285
12/04	12	18	7.75	7.71	950	890	80	19	/	/	/	/	16974
27/03	16,40	14,30	7.60	7.40	1054	780	274	08	300	06	402	38	16092
14//04	13,70	12,10	7.50	7.25	1053	767	167	21	/	/	/	/	13042
17/04	12,50	19,80	7.64	7.32	933	900	442	09	/	/	229.54	9.66	13239
18/04	20	20,90	7,69	7,48	1094	1034	/	/	/	/	/	/	14928
22/04	12.90	10.50	7,68	7,40	902	773	64	05	/	/	/	/	15675

Tableau 8 : la conductivité et la température dans l'eau brute et l'eau épurée pendant la période du stage pratique.

Date 2016		01/03	02/03	03/03	06/03	7/03	10/03	13/03	14/03	15/03	16/03
EB	Cond (µS/cm)	860	796	734	729	975	894	903	895	884	888
	T°C	8.70	10.00	6.90	9.10	12.30	11.10	11.30	12.20	11.00	12.10
EE	Cond (µS/cm)	727	756	755	642	972	953	792	779	973	993
	T°C	7.40	8.35	7.80	6.20	18.20	17.10	10.60	10.30	17.90	19.40

Date 2016		20/03	22/03	24/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/04	3/04
EB	Cond (µS/cm)	902	945	1052	1001	1077	933	882	909	981	950
	T°C	13.00	14.70	14.70	16.40	14.20	13.80	12.40	13.10	16.10	15.30
EE	Cond (µS/cm)	976	1122	852	1058	1028	1004	962	977	897	1034
	T°C	8,51	8,06	7,76	7,92	7,98	8,15	18.80	19.50	16.40	21.30

	Date 2016	6/04	10/04	12/04	14/04	17/04	18/04	22/04
EB	Cond (µS/cm)	943	950	1054	1053	933	1094	902
	T°C	13.90	12.00	16.40	13.70	12.50	20.00	12.90
EE	Cond (µS/cm)	1011	890	780	767	900	1034	773
	T°C	20.40	18.00	14.30	12.10	19.80	20.90	10.50

Tableau 9 : le pH de l'eau brute et l'eau épurée pendant les jours de stage.

Date 2016		01/03	02/03	06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	14/03	15/03	16/03
pH	EB	8.26	8.24	8.24	8.09	8.13	8.13	8.09	8.00	7.05	7.96
	EE	8.36	8.35	8.43	8.39	7.66	7.67	8.25	8.19	7.01	7.58

Date 2016		17/03	20/03	21/03	22/03	24/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03
pH	EB	7.95	8.17	7.82	7.94	7.91	7.66	7.76	7.81	7.88	7.71
	EE	7.76	7.76	7.81	7.83	7.96	7.74	7.42	7.51	7.45	7.51

Date 2016		31/3	3/04	6/04	10/04	14/04	17/04	22/04
pH	EB	7.78	7.60	7.91	7.75	7.60	7.50	7.64
	EE	7.41	7.40	7.91	7.71	7.40	7.25	7.32

Tableau 10 : Les concentrations de MES, MES_{moy} , le rendement d'élimination de l'eau brute et l'eau épurée.

Date 2016		10/03	13/03	14/03	15/03	16/03	20/03	22/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
MES (mg/L)	EB	54	158	146	262	280	268	306	79	184	306	284	246	30
	EE	22	08	40	35	13	17	13	24	06	05	02	04	04

Date 2016		3/04	5/04	6/04	10/04	26/03	12/04	14/04	17/04	22/04	Moy (mg/L)	ρ %
MES (mg/L)	EB	236	240	330	264	80	274	167	442	64	213.64	92.21 %
	EE	19	40	17	35	19	08	21	09	05	16.64	

Tableau 11 : Les différentes valeurs de la DCO et la DBO₅ et le rapport DCO/DBO₅.

Date	DBO₅ (mg/l)		DCO (mg/l)		K=DCO/DBO₅ (EB)
	EB	EE	EB	EE	
2016	EB	EE	EB	EE	(EB)
01/03	80	09	207.4	33.59	2.59
04/03	/	/	239.30	46.25	
05/03	/	/	222.78	55.7	
10/03	100	15	/	/	
14/03	200	09	291.40	44.16	1.46
16/03	/	/	304	48	
27/03	/	/	161.28	40.80	
28/03	300	10	/	/	
30/03	280	08	213.88	42.48	
06/04	310	10	234.46	55.22	
17/04	300	06	402	38	1.34
20/04	/	/	229.54	9.66	

Tableau 12 : Les moyennes de MES, MVS, IB et V30 des quatre bassins biologiques.

Moy	Bassin 01	Bassin 02	Bassin 03	Bassin 04
MES (g/L)	5,55	5,61	5,88	5,56
MVS (%)	60,55	59,05	58,97	55,77
V30 (ml/L)	315,24	339 ,28	369,76	350
IB (mL/g)	60,91	68,7	73 ,28	67,66

Tableau 13 : la quantité de la pollution dissoute

Date	Echantillon	NH₄⁺ mg/L	NO₂⁻ mg/L	NO₃⁻ mg/L	PO₄⁻ 3mg/L
01/03/2016	EB	17,1	15	39 ,4	2 ,84
	EE	0,63	3	5	0,4
15/03/2016	EB	4	14	18,9	6,9
	EE	0,37	2	13,6	4 ,6
22/03/2016	EB	20,2	10	28,5	1,53
	EE	2,15	5	2	0,46
29/03/2016	EB	1,29	12	28,2	5,34
	EE	0,52	2	6,2	6,27

Résumé :

Cette étude a pour but d'évaluer l'efficacité et l'applicabilité d'un procédé des boues activées, pour traiter les eaux usées urbaines de la ville de Bouira. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé la précipitation de phosphore par un coagulant de F_2Cl_3 et la désinfection par l'hypochlorite de sodium.

Dans une première partie, on a décrit les eaux usées, les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

Dans une deuxième partie, nous sommes intéressés à l'étude de différents procédés biologiques et les procédés physico-chimiques qui interviennent dans le traitement des eaux.

Dans la troisième partie, on décrit brièvement la station de Bouira avec des illustrations dans les annexes.

Dans la quatrième partie, on a traité les méthodes, les matériels utilisés dans laboratoire, résultats et discussions sur les différentes analyses réalisées avec des explications de tous les protozoaires vus par le microscope.

Mots - clés : les boues activées, la précipitation, la désinfection, les procédés biologiques et physico-chimiques, les paramètres physico-chimiques, les protozoaires.

Abstract:

This study aims to evaluate the effectiveness and applicability of an activated sludge process to treat municipal wastewater from the town of Bouira.

To achieve this goal, we used the precipitation of phosphorus by a coagulant $FeCl_3$ and disinfection with sodium hypochlorite.

In the first part, we described the wastewater, the physic-chemical and bacteriological parameters.

In the second part, we are interested in the study of various biological processes and the physic-chemical processes involved in water treatment.

In the third section, we briefly describe the station Bouira with illustrations in the appendices.

In the fourth part, treated the methods, materials used in laboratory results and discussions on the various analyzes carried out with explanations of all protozoa seen by the microscope.

- Keywords: activated sludge, precipitation, disinfection, biological and physic-chemical processes, the physic-chemical parameters, protozoa.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية وتطبيق عملية الحمأة المنشطة لمعالجة المياه المستعملة لمدينة البويرة.

لتحقيق هذا الهدف، استخدمنا ترسيب الفوسفور و ذلك باستعمال مرصص (كلورورفريك) والتطهير مع (هيبوكلوريت الصوديوم)

في الجزء الأول عرفنا المياه المستعملة والمعايير الفيزيوكيميائية والبكتيريولوجية.

في الجزء الثاني، ونحن مهتمون في دراسة العمليات البيولوجية المختلفة و العمليات الفيزيو الكيميائية المعنية في معالجة المياه.

في القسم الثالث، وصفنا بكل اختصار محطة البويرة مع مختلف التوضيحات في الملاحق.

في الجزء الرابع، تناولنا مختلف الطرق والمواد المخبرية المستخدمة ومناقشة النتائج حول مختلف التحاليل المخبرية التي أجريت مع شرح تحليل كل الجسيمات الدقيقة المطع عليها مجهريا.