

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/21

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

KHEMIES ZAHIA et DJEDDI CHAHRA

Thème

***Traitement des eaux usées urbaines : station
d'épuration de la ville de Bouira***

Soutenu le : 16/ 09 / 2021

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme MOURI-HADIDI Lila</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme IDER Djamila</i>	<i>MAB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme YALAOUI-GUELLAL Drifa</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>

Année Universitaire : 2020/2021



Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le tout puissant et le Miséricordieux, de nous avoir permis d'achever ce travail.

Tout le respect à notre honorable encadreur Dr. YALAOUI-GUELLAL Drifa pour nous avoir encouragés et poussés par ces précieux conseils. Nous le remercions de tout notre cœur.

Nous tenons à remercier vivement les membres du jury, Dr. MOURI-HADIDI Lila et Dr. IDER Djamila, d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous n'oublions pas d'exprimer nos sincères remerciements à l'équipe du service de la station d'épuration de la ville de Bouira pour leur collaboration dans la réalisation de ce travail.



Dédicace

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

Au Dieu le tout puissant miséricordieux

Ma chère mère Ben Aïssa Aïcha qui n'a jamais cessé de ménager ses efforts pour que j'atteigne ce niveau, ses sacrifices et privations ne l'empêche de d'accomplir son devoir de mère soucieuse de l'avenir de ses enfants.

Mon cher père Khamies Rachid qui a su se montrer patient, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.

Mes frères Moussa Abd'Ellah Badr Eddine qui ont toujours été à mes côtés et l'ont fait, des mots simples ne me permettront jamais de vous exprimer mes remerciements

Ma petite sœur Ahlem

Tous mes amis et mes chères cousines, mes chères copines, mes collègues des établissements hospitaliers.

Une spéciale dédicace à mon fiancé Mounir et sa famille.

Sa présence et sa main qui ne m'a jamais laissé.

ZAHIA





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère qui n'a jamais cessé de ménager ses efforts pour que j'atteigne ce niveau, ses sacrifices et privations ne l'empêche de d'accomplir son devoir de mère soucieuse de l'avenir de ses enfants.

Mon cher père qui a toujours été mon appui moral, et qui n'a jamais cessé de m'encourager et de m'aider dans ma vie et surtout dans mes études, que dieu te garde pour nous.

A mes frères qui n'ont jamais cessé d'être à mes côtés à tout moment.

A mon mari Mohamed et sa famille.

Tous mes amis et mes chères cousines, mes chères copines, mes collègues des établissements hospitaliers.

CHAHRA



Table des matières

Remerciements

Didicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 11

Partie bibliographique

Chapitre I. Généralités sur les eaux usées

I.1. Définition d'une eau usée	3
I.2. Origine des eaux usées.....	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	3
I.2.2. Les eaux usées industrielles	4
I.2.3. Les eaux usées agricoles	4
I.2.4. Les eaux usées pluviales	4
I.3. Caractéristiques des eaux usées	4
I.3.1. Les paramètres physico-chimiques	5
I.3.1.1. La température	5
I.3.1.2. Le potentiel d'hydrogène pH	5
I.3.1.3. La turbidité.....	5
I.3.1.4. Les matières en suspensions (MES).....	5
I.3.1.5. Le débit	6
I.3.1.6. La conductivité.....	6
I.3.2. Les paramètres chimiques.....	6
I.3.2.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5).....	6
I.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO).....	7
I.3.2.3. La biodégradabilité	7
I.3.3. Les paramètres organoleptiques.....	8
I.3.3.1. L'odeur.....	8
I.3.3.2. La couleur	8

I.3.4. Les paramètres de la pollution dissoute	8
I.3.4.1. Les matières azotées	8
I.3.4.2. Les matières phosphorées (Les ortho phosphates).....	8
I.5. Les paramètres biologiques.....	9

Chapitre II. Procédés d'épuration des eaux usées

II.1. Traitement physique	10
II.1.1. Le dégrillage	10
II.1.2. Le dessablage et le déshuilage.....	10
II.2. Les paramètres physico-chimiques.....	10
II.2.1. Coagulation – floculation	10
II.2.2. Décantation.....	11
II.2.3. Filtration	11
II.3. Le traitement Biologique.....	11
II.3.1. Traitement anaérobie	11
II.3.2. Traitements aérobies.....	12
II.4. Culture fixe	13
II.4.1. Lits bactériens.....	13
II.4.2. Disque biologique.....	13
II.5. Culture mobile (libre)	13
II.5.1. Le lagunage	13
II.5.2. Les boues activées	14
II.6. Les traitements tertiaires par voie biologique.....	15
II.6.1. L'élimination de l'azote.....	15
II.6.1.1. La nitrification (zone aérobie)	15
II.6.1.2. Dénitrification.....	16
II.7. L'élimination du phosphore	16
II.8. La désinfection	17

Partie Pratique

Chapitre III. Matériels et méthodes

III.1. Présentation de l'entreprise Office National d'Assainissement (ONA).....	18
III.2. Présentation de l'unité de Bouira	18

III. 3. Présentation de la station d'épuration de Bouira.....	20
III.4. Description des étapes individuelles de processus	21
III.4.1. Prétraitement	21
III.4.1.1. Chambre d'arrivée d'eau.....	21
III.4.1.2. Dégrillage.....	23
III.4.1.3. Déssablage-Déshuilage	23
III.4.2. Traitement secondaire ou traitement biologique	24
III.4.2.1. Répartiteur.....	24
III.4.2.2. Les bassins biologiques.....	24
III.4.2.3. Clarificateurs	26
III.4.3. Traitement tertiaire.....	27
III.4.3.1. La désinfection	27
III.4.3.2. Traitement des boues.....	28
III.4.4. Analyses des eaux usées.....	31
III.4.4.1. Paramètres physiques	31
III.4.4.2. Les paramètres chimiques	35

Chapitre IV. Résultats et Discussions

IV.1. Gestion des sous-produits et Extraction du sable et des huiles.....	38
IV.2. Analyse de l'eau brute et l'eau épurée	39
IV.2.1. La température	39
IV.2.2. La conductivité.....	40
IV.2.3. Le pH	41
IV. 2.4. MES	42
IV.2.5. Le Débit	44
IV.2.6. Mesure de DBO5, DCO et le rapport DCO/DBO5.....	44
IV.2.7. Détermination de MES et MVS dans les bassins d'aération.....	45
Références bibliographiques	50
Annexes	54

Résumés

Liste des tableaux

Tableau 01 : Caractéristiques de la STEP de Bouira à l’horizon 2015-2033.....	21
Tableau 02 : Résultats de la DBO5, DCO, leur rendement et le rapport DCO/DBO5.	44
Tableau 03 : Résultats de MES et MVS dans les bassins d’aération pendant un jour de durée de stage	46

Liste des figures

Figure 01 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique.....	12
Figure 02 : Les éléments essentiels dans le procédé des boues activées.....	15
Figure 03 : Localisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville.....	19
Figure 04 : Image de la station Oued D'Hous par Google earth.	20
Figure 05 : Traitement des eaux et traitement des boues	22
Figure 06 : Bassin anaérobie	25
Figure 07 : Bassin aérobie	26
Figure 08 : Clarificateur	27
Figure 09 : Bassin désinfection de type chicane	28
Figure 10 : La sortie de l'eau épurée vers l'oued	28
Figure 11 : <i>a</i> : Stabilisateur, <i>b</i> : Stabilisation des boues.....	30
Figure 12 : Benne de récupération des déchets ménagers.....	38
Figure 13 : Extraction du sable.....	39
Figure 14 : Evolution de la température en fonction du temps. EB : eau brute, EE : eau épurée.....	39
Figure 15 : Evolution de la conductivité en fonction du temps. EB : eau brute, EE : eau épurée.....	40
Figure 16 : Evolution de Ph en fonction de temps ; EE eau épuré EB eau brute.	41
Figure 17 : Evolution de pH en fonction de temps EE eau épuré EB eau brute 2018.	42
Figure 18 : Evolution de MES en fonction de temps de l'eau brute (EB) et l'eau épurée (EE).....	422
Figure 19 : Evolution de MES de l'eau brute (EB) et l'eau épurée(EE) en 2018.....	43
Figure 20 : Boue issue de la déshydratation mécanique.....	47
Figure 21 : Lits de séchage.....	47

Liste des abréviations

CET : Centre d'enfouissement technique.

Cond : Conductivité.

DBO : Demande biologique en oxygène.

DBO5 : Demande biologique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : demande chimique en oxygène.

EB : Eau brute.

EE : Eau épurée.

EqH : Equivalent habitant.

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation Mondiale de l'Alimentation et de l'Agriculture).

IB : Indice de boue.

K : Coefficient de biodégradabilité.

MES : Matière en suspension.

MMS : Matière minérale en suspension.

MVS : Matière volatile en suspension.

N: Azote.

NH₄⁺: Azote ammoniacal.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

NTK: Azote kjeldahl.

ONA: Office national d'assainissement.

P : Phosphore.

pH : Potentiel d'hydrogène.

PO₄ : Les orthophosphates.

Rend: Rendement.

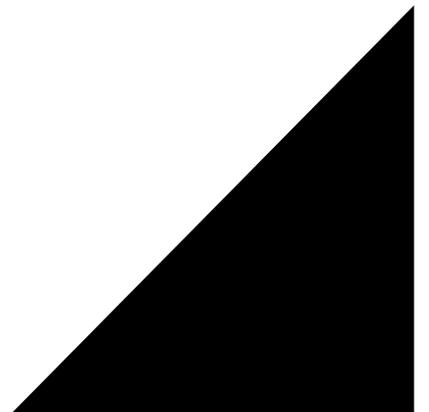
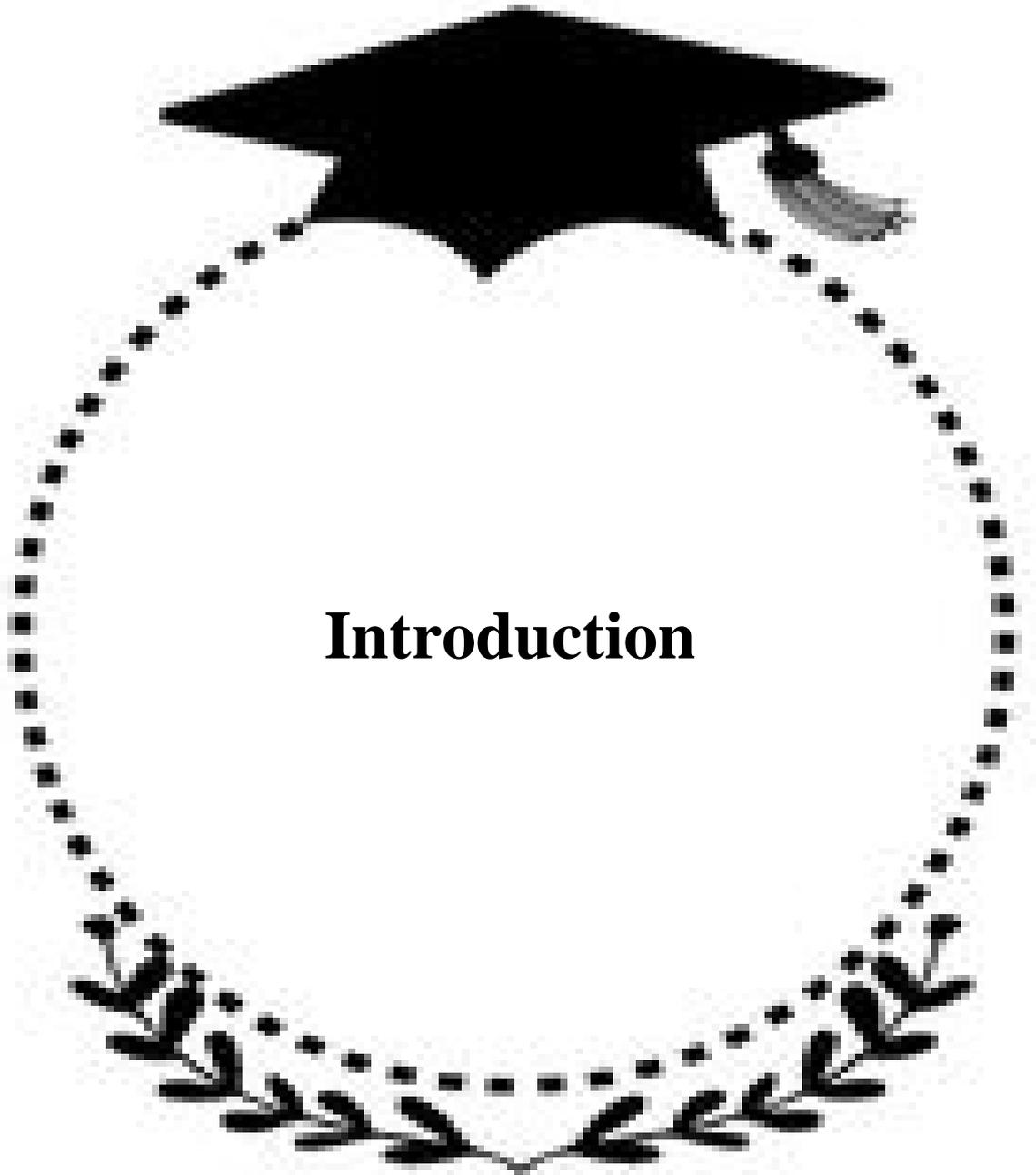
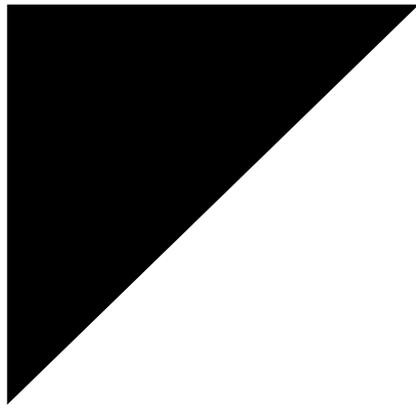
SF : Seuil fixé.

S/m : Siemens par mètre.

STEP : Station d'épuration.

V30 : Volume à décanté pendant 30 minutes.

µs/cm : micro siemens par centimètre.



L'eau est la vie sur la terre. Chaque vivant sur terre (micro-organismes, plantes, animaux, êtres humains et même notre cerveau) consiste principalement en eau, plus que 70% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde) [1].

Cette petite fraction d'eau douce doit pourtant satisfaire l'ensemble des besoins de l'humanité [2]. Pour cela, la nécessité d'un traitement adéquat des eaux usées est indispensable par lequel de contribuer à l'amélioration des performances du traitement.

Il existe plusieurs types différents de procédés de traitement des eaux usées, le procédé de traitement le plus utilisé est le procédé biologique. Le bon fonctionnement de ce type de procédé est conditionné en large partie par l'aptitude à la séparation entre la boue et l'eau traitée [3]. Même si une approche microbiologique des phénomènes de floculation est primordiale dans la conduite du procédé de traitement des eaux par boues activées, elle s'avère insuffisante pour caractériser de façon complète les propriétés des boues. Ainsi, la détermination des caractéristiques physiques des floes fournit des informations complémentaires revêtant une grande importance dans la compréhension des phénomènes hydrodynamiques régissant la séparation entre l'effluent et l'eau traitée [4]. Ces deux approches sont étroitement liées et leur considération conjointe semble indispensable pour témoigner de l'état de floculation des boues [5].

La problématique de l'assainissement des eaux usées en Algérie est un sujet qui demeure entier, malgré les nombreuses initiatives entreprises jusqu'à ce jour. La plupart des villes Algériennes se construisent sans un plan rigoureux d'assainissement, ce qui rend désormais complexe la recherche de solution. Les systèmes de collecte et de traitement d'eaux usées sont très peu développés voire inexistants. L'épuration des eaux usées par boues activées à faible charge en stabilisation aérobie des boues est un procédé de traitement a constitué, pour la majorité des villes Algériennes, l'outil privilégié pour l'assainissement de leurs eaux usées car il s'est avéré le plus fiable et le plus facile d'opération.

L'intérêt porté à l'assainissement et la réalisation d'ouvrage d'épuration vise la dépollution des eaux usées et la protection du milieu naturel. Différents processus sont effectués mais l'épuration biologique reste la prédominante.

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

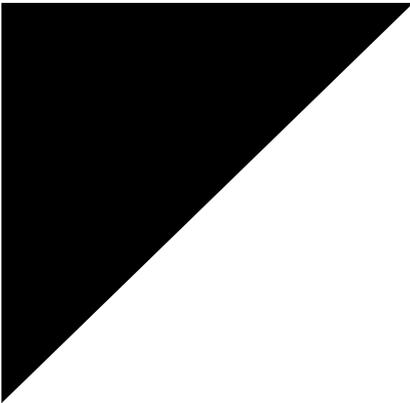
Cette étude est réalisée en deux parties :

La première partie est réservée à une synthèse bibliographique qui comprend deux chapitres ; le premier présente des généralités sur les eaux usées et le second chapitre concerne les différents procédés de traitement des eaux usées, soient physiques ou physicochimiques et biologiques.

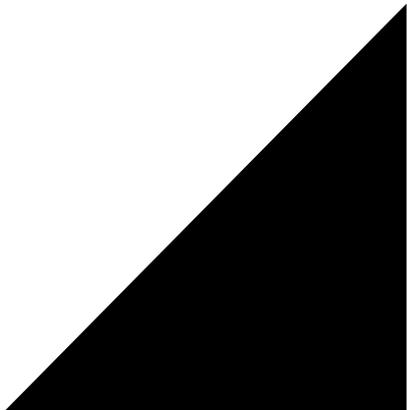
La deuxième partie présente l'étude expérimentale qui comprend deux chapitres :

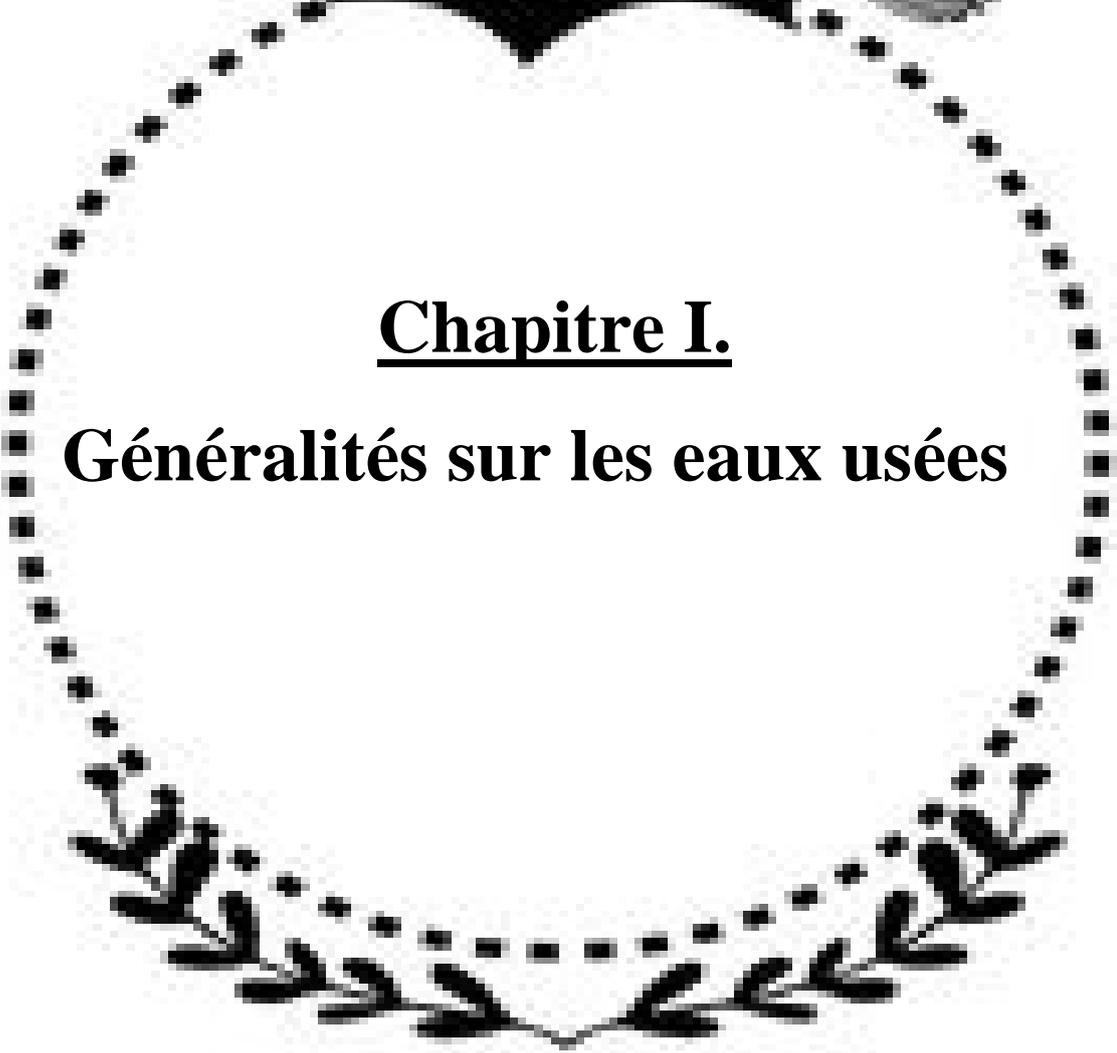
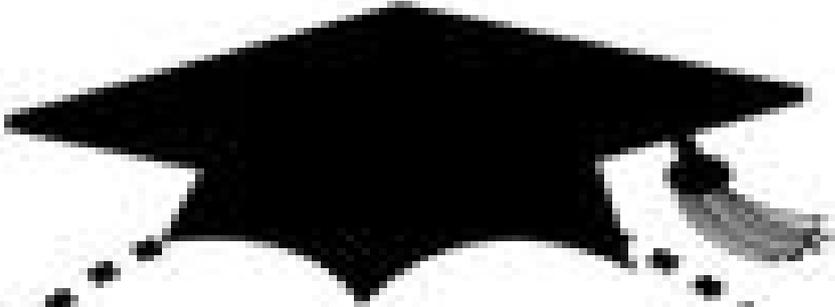
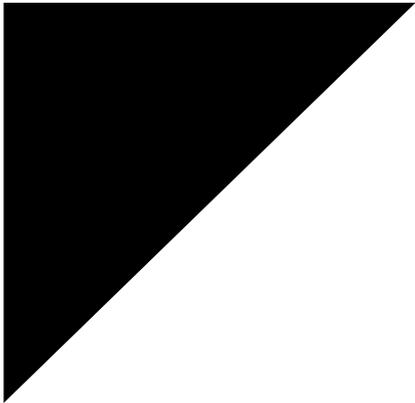
- ✓ Le chapitre trois concerne la présentation de la station d'épuration de la ville de Bouira, et également la présentation de matériels et les méthodes utilisées pendant notre étude.
- ✓ Le dernier chapitre est consacré à la discussion et interprétation des principaux résultats obtenus par les différentes analyses effectuées.

Nous terminons ce travail par une conclusion qui résume les différentes étapes de l'étude réalisée, suivie par des références bibliographiques et des annexes.



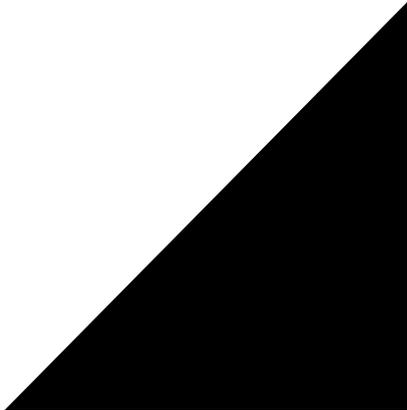
Partie bibliographique





Chapitre I.

Généralités sur les eaux usées



I.1. Définition d'une eau usée

Une eau usée est également appelée eau résiduaire ou effluent, ce qui fait référence à l'eau qui s'est détériorée après utilisation. En termes généraux, la pollution de l'eau est définie comme « Toute modification défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont la cause est directement ou indirectement liée aux activités humaines [6].

Les eaux usées sont riches en polluants solubles ou insolubles, provenant principalement des activités humaines et elles sont rejetées après leur utilisation domestique, industrielle et même agricole. Ces eaux usées peuvent être traitées par diverses techniques d'épuration [7].

Avant de procéder à l'épuration des eaux usées, il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les types de pollution qu'elles contiennent.

I.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées sont composées du sable et d'autres matières en suspension, des micro-organismes pathogènes pouvant causer des maladies (bactéries et parasites), des déchets organiques en décomposition, des produits chimiques divers (produits nettoyants, solvants.) et ainsi des éléments nutritifs stimulant la croissance des algues et des végétaux aquatiques de façon excessive [8].

En fonction de source et de la qualité des polluantes, les eaux usées sont divisées en quatre catégories.

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Le système dit « tout à l'égout », les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ils sont notamment porteurs de pollution organique, composées de graisses, de détergents, de solvants, de déchets organiques contenant de l'azote et même de différentes bactéries [9].

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre, selon leur origine industrielle elles peuvent contenir [10] :

- Des matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...);
- Des matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...);
- Des matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...);
- Des rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques...);
- Des rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires...).

I.2.3. Les eaux usées agricoles

Les engrais et les pesticides sont les principales causes de la pollution de l'eau ainsi que des terres agricoles contenant d'engrais nitrates et phosphates sous une forme ionique ou en quantité [11].

I.2.4. Les eaux usées pluviales

Les eaux de pluie constituent l'essentiel des eaux de ruissellement. Avant d'arriver dans les réseaux, elles se chargent de pollution en deux étapes, dans l'atmosphère en lavant les poussières et en dissolvant les gaz, puis lors du ruissellement sur les surfaces entraînant les matières particulaires et en solubilisant les éléments solubles déposés sur les surfaces [12].

I.3. Caractéristiques des eaux usées

Chaque jour dans toute l'usine de traitement des eaux usées, des personnes effectuent des analyses sur les paramètres des eaux usées pour les objectifs suivants [13] :

- Recycler et récupérer l'élément valorisable des eaux usées.
- Protéger la santé écologique du milieu récepteur.

- Protéger la santé publique des populations qui entrent en contact avec les effluents.
- Concevoir et dimensionner des stations d'épuration des eaux usées (STEP) appropriées pour respecter les normes de rejet.
- De surveiller et d'évaluer l'efficacité des procédés de traitement dans les STEP.
- D'étudier et de concevoir des installations pour réutilisation des eaux usées traitées.

I.3.1. Les paramètres physico-chimiques

I.3.1.1. La température

La température est un facteur écologique important dans milieux aqueux. Son altitude peut grandement modifier la vie aquatique (pollution thermique).il joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. En revanche, La nitrification est la plus appropriée pour des températures variant de 28 à 32°C, pour des températures de 12 à 15°C la nitrification sera considérablement réduit et la température inférieure à 5°C s'arrêtera [14].

I.3.1.2. Le potentiel d'hydrogène pH

Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Il joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 [15].

I.3.1.3. La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale [16].

I.3.1.4. Les matières en suspensions (MES)

Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales toutes les (MES) ne sont pas décan tables en particulier les colloïdes retenus par filtration [17].

En général les MES se subdivisaient en matières volatiles en suspension (MVS) et en matières minérales en suspension (MMS). Les charges en matières solides apportées par les eaux brutes par habitant et par jour peuvent être estimées en première approximation à :

- 60 à 80 g dont environ 70 % de matières volatiles (réseau séparatif),
- 90 g dont environ 65% de matière volatiles sèches (réseau unitaire) [17].

I.3.1.5. Le débit

La mesure de débit qu'il permet de quantifier la pollution rejetée qui représente le volume moyen de l'eau usée par habitant et par jour [18].

I.3.1.6. La conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous et salinité de l'eau [19].

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau, Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre et les résultats obtenus sont exprimés en Us /cm. Il existe une relation linéaire entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité la mesure de la conductivité est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation. Richard et Alain Rodier 1978 ont proposé des formules qui tiennent compte de l'importance de la minéralisation [20].

I.3.2. Les paramètres chimiques

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

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en mg/l et consommée par les bactéries dans les conditions de l'essai d'incubation, à 20°C et à l'obscurité ; pendant un 5jour pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée. Elle se résume à la réaction chimique suivante : *Substrat + microorganisme + O₂ → CO₂ + H₂O + énergie + biomasse*

Les résultats d'essais de DBO sont utilisés pour les buts suivants [21] :

- Détermination de la quantité approximative de l'oxygène requise pour la stabilisation biologique de la matière organique actuelle dans l'eau usagée.
- Détermination de la taille des équipements de traitement des eaux résiduaires.

- Mesure de l'efficacité des procédés de traitement.
- Détermination de la concentration des eaux d'égout.
- Détermination de la quantité d'eau requise pour la dilution des eaux usées.

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

Il représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières organiques l'eau. Cette valeur est obtenue en faisant réagir des échantillons d'eau avec un oxydant fort (le bichromate de potassium), et elle est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre d'eau [22]. Habituellement, la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO : pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois DBO : pour tout l'ensemble des eaux résiduares.

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

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante [23] : $MO = (2DBO5 + DCO)/3$

I.3.2.3. 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 biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K=DCO /DBO5$:

- ✓ Si $k < 1,5$: fortement biodégradable ;
- ✓ Si $1,5 < K < 2,5$: moyennement Biodégradables.
- ✓ Si $2,5 < K < 3$: peu biodégradables.
- ✓ Si $K > 3$: 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. 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, si non, on applique un traitement physico-chimique [24].

I.3.3. Les paramètres organoleptiques

I.3.3.1. L'odeur

Les eaux usées douces ont une odeur non irritante, cependant à l'état de fermentation, elles dégagent une odeur nauséabonde. L'odeur indique que l'eau commence à fermenter dans le système d'égout ou avant le rejet [25].

I.3.3.2. La couleur

Elle est généralement grise, le noir indique une décomposition partielle des matières présentes dans les eaux usées, tandis que les autres couleurs sont d'origine industrielle. Elle est déterminée à l'aide d'un comparateur optique [26].

I.3.4. Les paramètres de la pollution dissoute

I.3.4.1. Les matières azotées

L'azote se retrouve dans les eaux usées sous forme d'ammoniac organique dissous. Il est généralement oxydé pour éviter la consommation naturelle d'oxygène et le risque de toxicité par l'ammoniac dissous, en équilibre avec l'ion ammoniac [27].

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 NH_4^+ : ammonification
- NH_4^+ à NO_2^- : nitritation par Nitrosomonas
- NO_2^- à NO_3^- : nitratisation par Nitrobacter

I.3.4.2. Les matières phosphorées (Les ortho phosphates)

Les ions ortho phosphates jouent un rôle important dans le transfert d'énergie dans les cellules vivantes. La présence d'ortho phosphates dans l'eau est l'une des principales causes d'eutrophisation dans les lacs et autres eaux naturelles. Des concentrations de 0.2mg/L correspondent à une eutrophisation des cours d'eau, provoquant la prolifération anarchique d'algues et une surconsommation de l'oxygène dissous. Dans l'eau le phosphore, P Total = P organique + P minéral, il se trouve dans les eaux usées sous deux formes :

- Des poly phosphates, qui ont tendance à s'hydrolyser en ortho phosphates
- Des ortho phosphates soluble

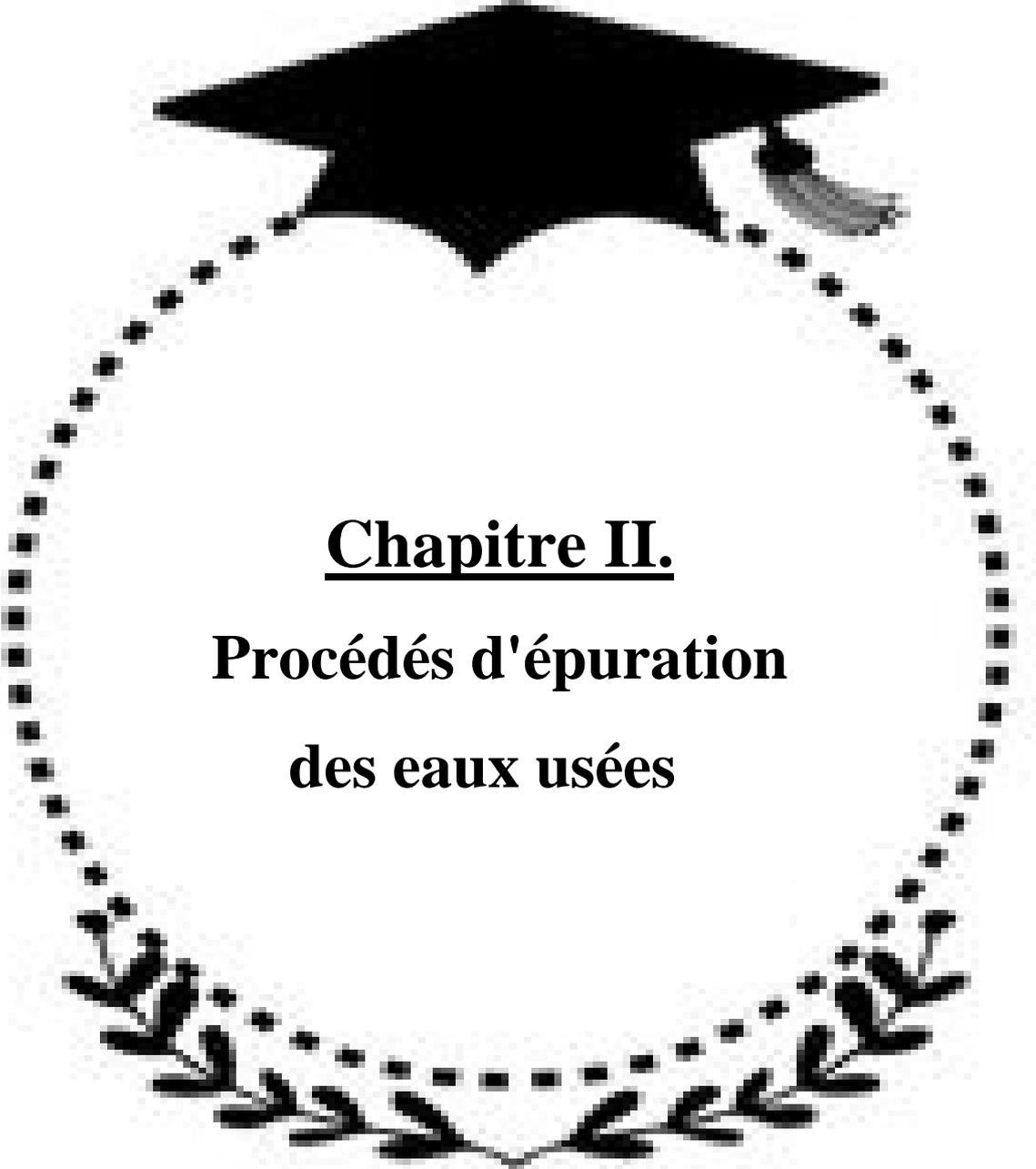
-Le phosphore minéral représente entre 50% à 90% du phosphore totale [28].

I.5. Les paramètres biologiques

Les eaux usées urbaines transportent de nombreux microorganismes dont certains sont pathogènes (bactéries, virus, protozoaires). Les bactéries pathogènes les plus fréquemment rencontrées sont les salmonelles, pour les virus principalement la poliomyélite, Gastro-entérites virales, les parasites on cite les Helminthes et les protozoaires [29].

Notion d'équivalent habitant EH

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 gde 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 [30].



Chapitre II.

**Procédés d'épuration
des eaux usées**

II.1. Traitement physique**II.1.1. Le dégrillage**

Le dégrilleur est une sorte de tamis, qui débarrasse les eaux usées des matières les plus grossières (chiffons, morceaux de bois, plastiques, etc.). Il est complété par le tamisage, qui utilise des grilles plus resserrées [31].

II.1.2. Le dessablage et le déshuilage

Les sables et les graisses qui n'ont pas été stoppées à l'étape du dégrillage sont récupérés en réduisant la vitesse de l'écoulement. Les eaux s'écoulent d'abord dans un premier bassin. Le dessableur, où les matières plus lourdes que l'eau (sables, graviers,...) se déposent au fond. Puis elles passent dans un second bassin, où les graisses sont récupérées en surface par raclage [32].

Cette opération est facilitée par des pompes qui diffusent de fines bulles d'air : les graisses et corps flottants remontent alors plus rapidement en surface. Dans le même temps, un pont automoteur assure le raclage de surface et pousse les flottants sur des goulottes et bâches de pompage, qui sont évacués en vue d'un traitement ultérieur [32].

II.2. Les paramètres physico-chimiques**II.2.1. Coagulation – floculation**

La turbidité et la couleur de l'eau sont principalement dues à de très petites particules, appelées particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau pendant de très longues périodes, peuvent même passer à travers un filtre fin. De plus, comme leur concentration étant très stable, elles n'ont pas tendance à s'accrocher les uns aux autres [33].

Les procédés de coagulation et de floculation sont utilisés pour éliminer ces particules. Le but principal de la coagulation est de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, le procédé se caractérise par l'injection et la dispersion rapides de produits chimiques : les sels minéraux cationiques.

L'objectif de la floculation est de favoriser, par un mélange lent, des contacts interparticulaires déstabilisés. Ces particules s'agglomèrent pour former un floc qui peut être éliminé par décantation et filtration [33].

II.2.2. Décantation

La décantation est un procédé qui est pratiquement utilisé dans toutes les stations d'épuration et des eaux usées. Son objectif est d'éliminer par gravité les particules de densité supérieure à celle de l'eau [34].

La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de nombreux autres paramètres dont : grosseur et densité des particules. Les matières solides se déposent au fond du « décanteur » pour former les boues « primaires ». Il est ensuite récupéré au moyen de système de raclage.

L'utilisation de décanteurs lamellaire permet d'augmenter la capacité de décantation. Ce type d'ouvrage est constitué des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère ainsi le processus de dépôt des particules. La décantation est encore plus efficace lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable [19].

II.2.3. Filtration

La filtration est un procédé physique de clarification de liquides, contenant des matières solides en suspension, par passage dans un milieu poreux. Ainsi, les matières en suspension sont retenues par le milieu poreux qui s'y accumule. Il est donc nécessaire de nettoyer ce milieu en continu et par intermittente. La filtration, généralement précédée de traitements de coagulation-floculation et de décantation, permet une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts [19].

II.3. Le traitement Biologique

Dans la majorité des cas, l'élimination de l'azote et des carbonés se fait sur des processus de nature biologique, basés sur une croissance microbienne qui dépend de matériaux organiques « biodégradables » qui constituent pour eux des aliments. Les microorganismes les plus actifs sont les bactéries, en fonction de leur mode de croissance spécifique, il a deux traitements [35].

II.3.1. Traitement anaérobie

Les traitements anaérobies utilisant des bactéries anaérobiques, en particulier des bactéries méthanogènes, comme leur nom l'indique, conduisent à la formation de méthane, et dans une moindre mesure de CO₂. Ce type de fermentation est connu sous le nom de digestion hydrologique [36].

C'est une opération délicate qui nécessite une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très constant et suffisamment élevé.

II.3.2. Traitements aérobies

Ce type de traitement utilise des bactéries qui se développent en présence d'oxygène. La dégradation des polluants s'effectue par des réactions aérées, parmi l'ensemble des procédés biologiques utilisés dans le traitement des eaux usées, on peut citer les principaux procédés suivants (Figure 01) :

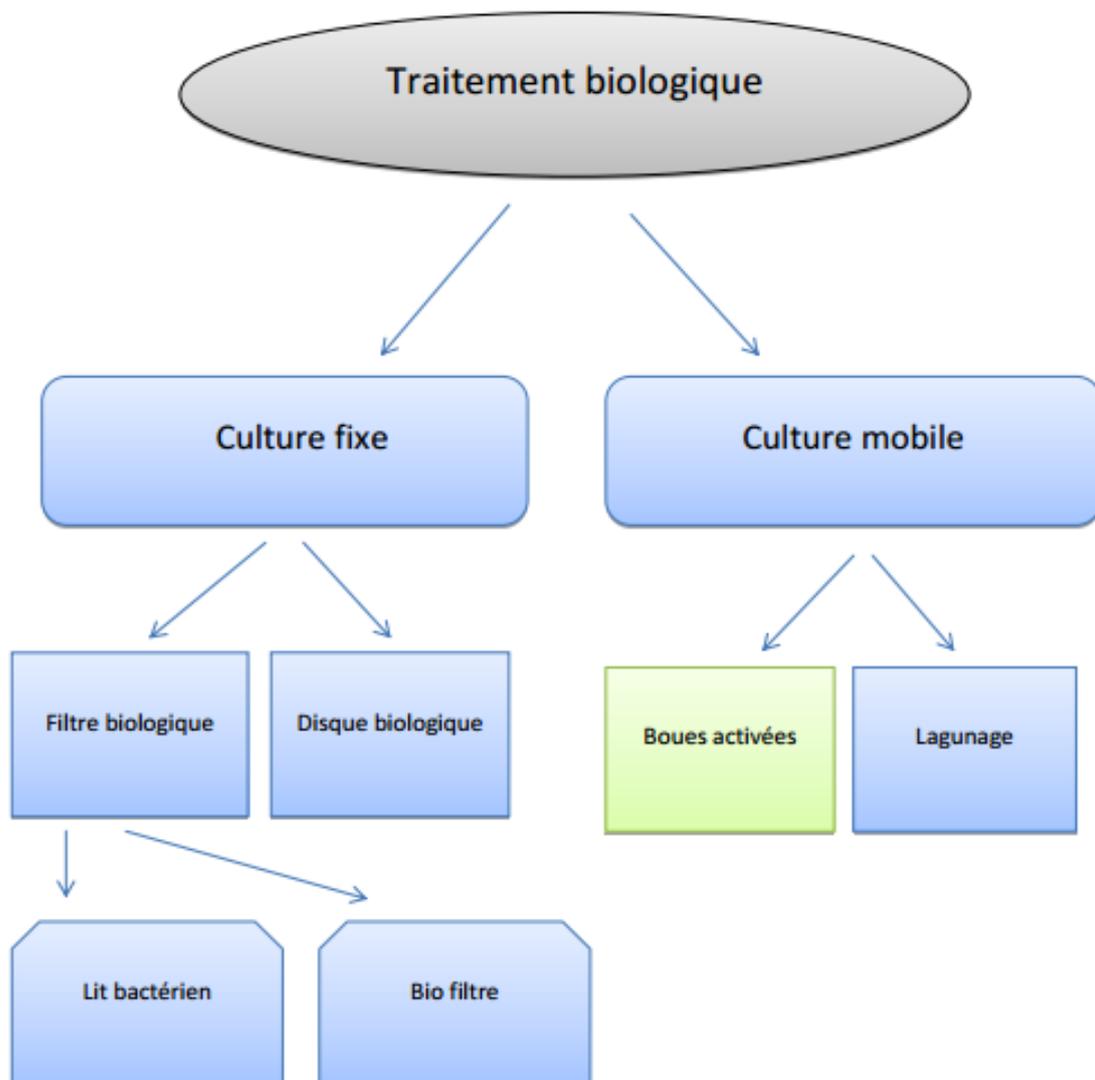


Figure 01 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique.

II.4. Culture fixe

Les micro-organismes sont fixés sur des supports. Le contact entre les eaux à traiter et les cellules épuratrices est assuré soit par arrosage des supports avec l'eau usée (lits bactériens), soit par rotation des supports dans le mélange pollué (disque biologique). Ces ouvrages permettent d'obtenir des concentrations en biomasse plus importantes et donc des traitements intensifs avec des tailles relativement faibles, mais présentent des risques de colmatage ou d'émission d'odeurs [37].

II.4.1. Lits bactériens

Ce processus aérobique en culture fixe implique le passage de micro-organismes à travers des matériaux poreux. Les eaux usées sont distribuées par aspersion en surface et l'oxydation est assurée par un système de ventilation naturelle de bas en haut. L'affluent arrive par la partie supérieure tandis que l'effluent est évacué par le fond afin de ne pas perturber la fonction aérobique.

De ce fait, ce système présente un inconvénient majeur, à savoir qu'il nécessite un dispositif de relevage. La biomasse se développe à la surface du support. Lorsqu'elle devient trop importante, la pellicule bactérienne se détache naturellement ; puis elle doit être séparée de l'effluent par décantation [38].

II.4.2. Disque biologique

Dans ce processus, les micro-organismes sont fixés sur des disques à demi immergés et tournent lentement (quelques tours par minute) autour d'un axe horizontal. Ainsi, la biomasse est alternativement mouillée par l'eau et aérée par l'air ambiant.

Cette technique a l'avantage d'être peu coûteuse en énergie mais pouvant induire la génération d'odeurs [39].

II.5. Culture mobile (libre)**II.5.1. Le lagunage**

Le lagunage est un processus d'épuration qui consiste à faire circuler des flux d'eaux usées dans une série de bassins pendant une période suffisamment longue pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratique dans les zones très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur [40].

Les principes généraux incluent la reproduction, au sein du bassin, de la chaîne alimentaire aquatique. Le rayonnement solaire est la source d'énergie que permet la production de matière vivante par des méthodes tropicales. Les substances nutritives sont fournies par l'effluent tandis que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène. Les bactéries consistent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et des bactéries [40].

II.5.2. Les boues activées

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu. Ce procédé consiste à provoquer la croissance d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons, dans un bassin brassé et aéré et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, l'agitation a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée.

L'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, d'un gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur, a pour but de dissoudre ce gaz dans le liquide 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 les boues de l'eau pure. Ils sont recyclés dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante de bactéries épuratrices. L'excédent est extrait du système et évacué vers le traitement des boues [40].

Le système des boues activées est un procédé de traitement biologique en culture mobile, les eaux usées sont biodégradées dans le bassin d'aération. La biomasse a été retrouvée sous forme de floccs maintenus en mouvement par l'agitateur. Le flocc est maintenu en suspension pour assurer la biodégradation en oxygène [40].

Les cinq éléments essentiels dans le procédé des boues activées sont (Figure 02):

1. le bassin d'aération (bassin biologique) où la biodégradation s'effectuee.
2. le système d'aération (les mammouths rotors, la turbide lente, la turbide rapide...).
3. Le décanteur secondaire (le clarificateur) où 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.

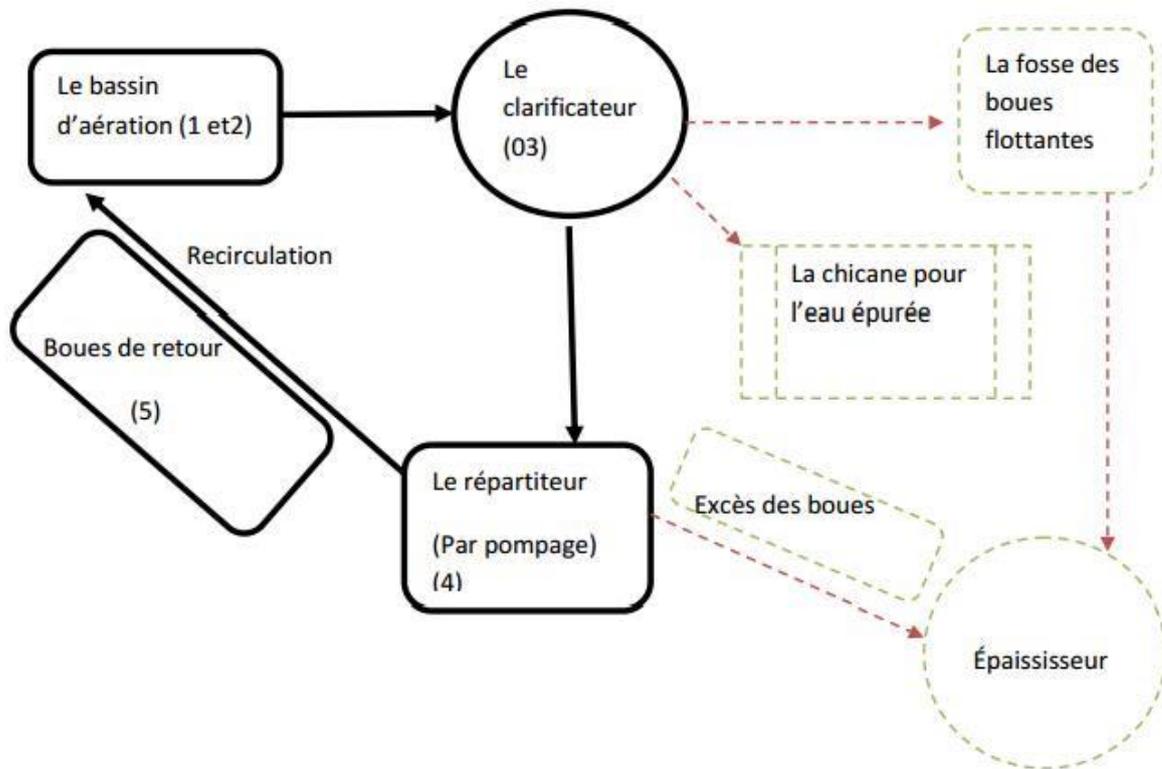


Figure 02 : Les éléments essentiels dans le procédé des boues activées.

II.6. Les traitements tertiaires par voie biologique

Le traitement tertiaire comprend principalement l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection [40].

II.6.1. L'élimination de l'azote

L'azote contenu dans les eaux usées peut être éliminé par voie biologique. C'est procédés biologiques qui sont les mieux adaptés au traitement de l'azote des eaux usées domestiques en raison de leur facilité de mise en œuvre de leur cout modéré et de la possibilité de combiner l'élimination des pollutions carbonées et azotées par des méthodes de traitement biologique nitrification dénitrification [40].

II.6.1.1. La nitrification (zone aérobie)

Nitrification est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates, après la transformation de l'azote ammoniacal (ammonification), Elle s'effectue en deux stades par des bactéries autotrophes :

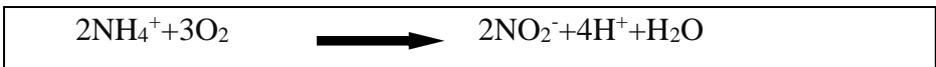
- La transformation de NH_4 en NO_2 se fait par des germes *Nitrosomonas*
- Les bactéries responsables de la deuxième réaction (nitrification), appartiennent principalement au genre *Nitrobacter* [40].

L'ammonification :

NH_2 (azote organique) \longrightarrow NH_4^+ azote ammoniacal) Pendant quelques heures.

La somme de l'azote organique plus l'azote ammoniacal représente l'azote KJEIL AHL(NTK)

Nitritation: Cette étape est assurée par des bactéries du genre *Nitrosomonas*



Nitratation : Elle est assurée par des bactéries du genre *Nitrobacter*



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 utilisent d'autres sources d'oxygène. Elles utilisent alors de l'oxygène combiné, c'est-à-dire en dans le nitrate NO_3 . Avant d'atteindre l'étape finale, le nitrate d'oxygène est utilisé complètement pour obtenir de l'azote gazeux N_2 [40]. La dénitrification s'exprime par différentes réactions que l'on peut schématiser comme suite :



II.7. L'élimination du phosphore

Le principe de déphosphoration biologique est basé sur l'aptitude de quelque microorganismes présents dans la station à relarguer leur réserves en phosphore lorsque les conditions de vie sont difficiles (le phosphore est alors évacué de la cellule) et à reconstituer des réserves au maximum lorsque les conditions redeviennent favorables. Ces conditions défavorables puis favorables sont créées par l'établissement d'une zone anaérobie suivie d'une zone aérobie [40].

Le phosphore se retrouve finalement concentré dans les boues le rendement se situe entre 60%Et 80 % [40].

Les différentes étapes de la déphosphoration biologique sont :

Dans la zone anaérobie :

- Synthèse à partir de la pollution arborée facilement utilisable de polymère qui sera stocké dans les cellules ;
- Relargage de phosphore lié à la consommation de l'énergie stocké sou forme de poly phosphate pour la réaction précédente.

Dans la zone anoxie ou aérobie :

- Oxydation des polymères organiques avec production d'énergie stockée par la synthèse des poly phosphate [40].

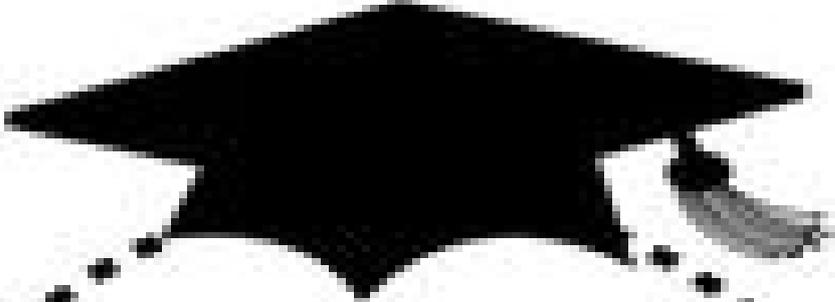
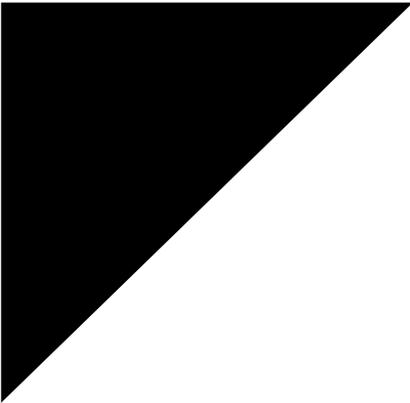
II.8. La désinfection

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

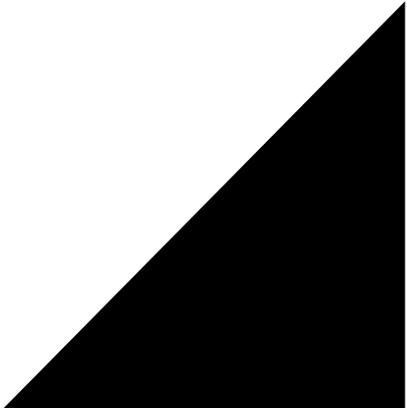
La désinfection est un traitement qui détruit et élimine les micro-organismes potentiellement porteurs de maladies ; Cette méthode de traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, c'est-à-dire la destruction de tous les organismes vivants de l'environnement [40].

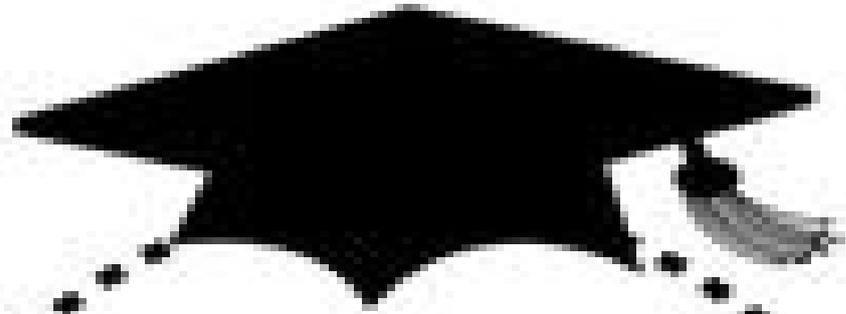
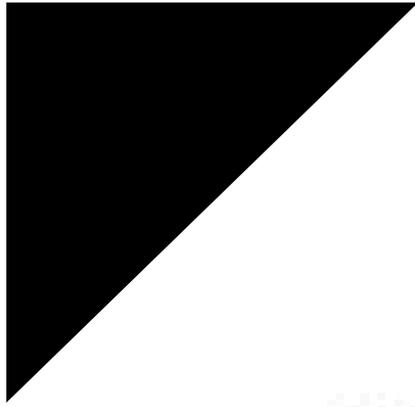
La désinfection peut se faire en ajoutant une certaine quantité de produit chimique, aux propriétés. Les produits chimiques les plus utilisés sont : le chlore (Cl₂), le dioxyde de chlore (ClO₂), l'ozone (O₃), le brome (O₃), l'iode (I₂) et le permanganate de potassium (KMnO₄). On peut aussi désinfecter l'eau par des moyens : ébullition, ultrasons, rayons ultraviolets (UV) ou gamma [40].

Le procédé boues activées est généralisé car plus économique que de le faire en exploitation. Quels que soient les procédés utilisés, ils produisent une quantité considérable de boues. Cette dernière doit être traitée avant son élimination finale ou sa valorisation.



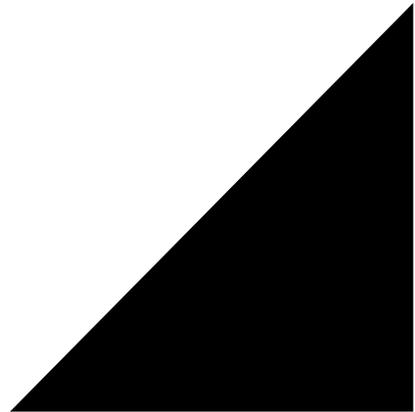
Partie Pratique





Chapitre III.

Matériels et méthodes



III.1. Présentation de l'Office National d'Assainissement (ONA)

Placé sous la tutelle du ministère des ressources en Eau et de l'environnement, l'Office National de l'Assainissement « ONA » est un établissement public national, à caractère industriel et Commercial (E.P.I.C), crée par le décret exécutif n°01-102 du 21 avril 2001.

L'office National de l'Assainissement ONA est chargé de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissement, assurant notamment les missions [41] :

- Protection et sauvegarde des ressources et de l'environnement hydrique.
- La lutte contre les sources de pollution hydrique.
- La préservation de la santé publique.

L'office assure également pour le compte de l'état, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation, de réhabilitation, de diagnostics de stations d'épuration, de réseaux d'assainissement et de collecte d'eau pluviale ainsi que des stations de relevage aussi ;et conformément à la norme ISO 14001 visant à atteindre les objectifs environnementaux fixés [41].

III.2. Présentation de l'unité de Bouira

L'unité de Bouira a été créée le 25 Juin 2006 et siège à la Rue Aberkane Hamouche. Elle fait partie de la zone de Tizi Ouzou. L'unité de Bouira gère aussi :

- Les 05 centres de Bouira, Sour El Ghozlane, Ain Bessam, Kadiria et M'chdallah.
- Les 03 STEP de Bouira ville, Sour El Ghozlane et Lakhdaria [41].

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Bouira a été réalisée par l'entreprise Allemande Passavant Roediger. L'exploitation a été confiée à l'ONA le 01/06/2013, sur une superficie totale de 10 Ha [42].

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 100km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 4 454 Km².La station est située dans une zone rurale dite ROMITA à côté du Oued Hous à 1,5 Km du chef-lieu de la commune de Bouira (Figure 03). Elle est délimitée par : Ras Bouira au Nord, Oued Hous, l'autoroute Est Ouest, la RN5 et le chemin de fer au Sud, les habitations des ROMITA à l'Est, la ville de Bouira à l'Ouest.

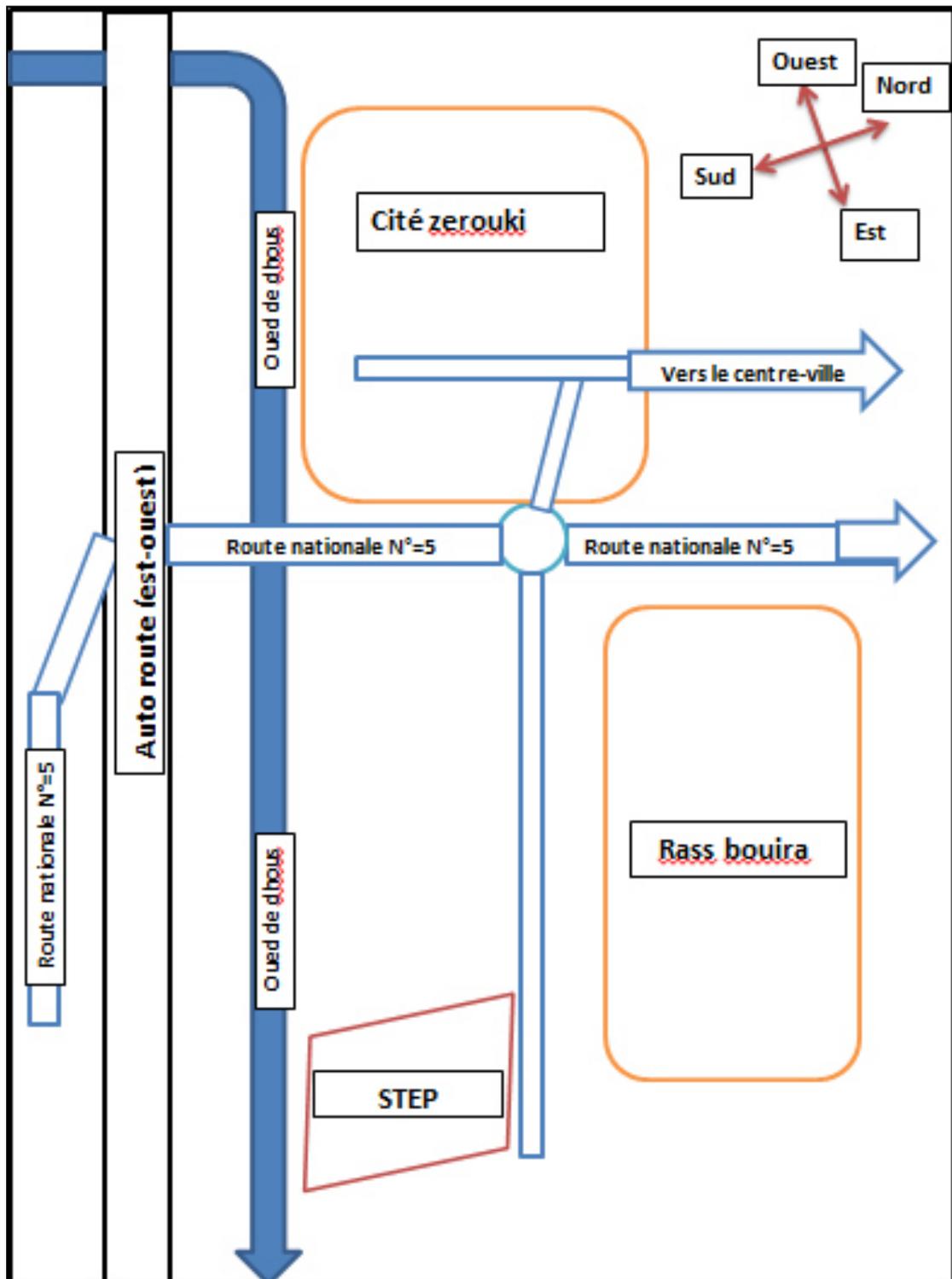


Figure 03 : Localisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bouira.

III. 3. Présentation de la station d'épuration de Bouira

La station d'épuration (STEP) de la ville de Bouira est réalisée en amont du barrage Tilesdit sur la rive d'oued d'Hous qui se trouve à la sortie est du chef-lieu de wilaya de Bouira (Figure 04), Cette nouvelle station d'une capacité nominale de 129200 équivalents habitants recueille les eaux usées urbaines et pluviales, le type de bassin biologique est un type carrouse de profondeur de 7 mètre [41].



Figure 04 : La station Oued D'Hous (Google earth, 2021).

Cette station est construite dans le but de :

- Traiter les eaux utilisées dans l'irrigation des terres agricoles des plateaux d'El Asnam, et du Sahel qui se trouvent dans la région est de la wilaya de Bouira,
- Permettre l'amélioration de la qualité de l'eau potable au bénéfice des habitants de la ville de Bouira,
- Préserver l'environnement contre la pollution et assurer un traitement de l'ammonium (NH_4), du nitrate (NO_3), des matières en suspension (MES), du phosphore et, de la charge organique (DCO) et (DBO)[41].

Les différentes caractéristiques de la STEP de la ville de Bouira sont présentées dans le tableau 01[42-43].

Tableau 01 : Caractéristiques de la STEP de Bouira à l'horizon 2015-2033.

Paramètre	Unités	Valeurs
Capacité	Equivalent habitant (EqH)	129200
Débit nominal	m ³ /j	25840
Charge massique (cm)	kg DBO5/kg MV Bassins	0,12(faible charge)
MS max dans les bassins biologique	g/l	4
DBO5	mg O2/l	302
DCO	mg O2/l	703
MES	mg/l	452
N total	mg/l	51
P total	mg/l	9

III.4. Description des étapes individuelles de processus

Le traitement au fil de l'eau comporte deux étapes : traitements des eaux et traitement des boues (Figure 05).

III.4.1. Prétraitement

III.4.1.1. Chambre d'arrivée d'eau

Les eaux usées arrivent gravitairement sur la station par une conduite. Le bassin d'entrée est prévu comme un bassin de décharge pour alimenter le processus de dégrillage grossier. La chambre d'arrivée d'eau (Photo 01, Annexe 02) est équipée d'une sonde de mesures (pH, T°, débit entrant, la conductivité) de type analogique qui envoie un signal au panneau de commande [42-43].

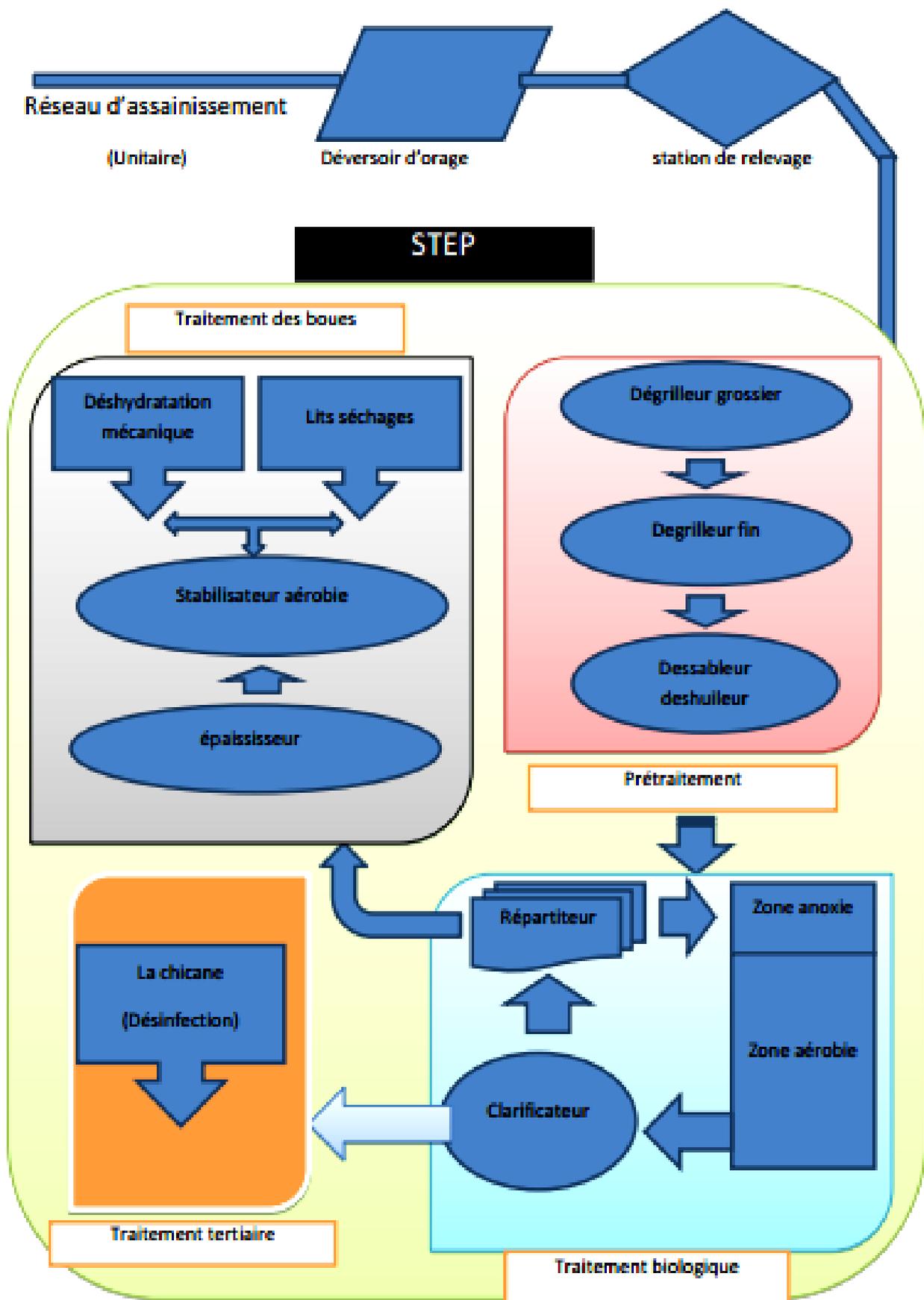


Figure 05 : Traitement des eaux et traitement des boues.

III.4.1.2. Dégrillage

a. Dégrilleur grossier

Le dégrillage grossier (Annexe 02) permet d'éliminer les grosses particules dont le diamètre dépassé 4cm et protège les équipements électromécaniques situés en aval. Il est réalisé sur une seule ligne non isolée. Avec un espace de 15cm entre les lames, sera nettoyé manuellement. Toutes les pièces qui entrent en contact avec les eaux usées de sortie sont en inox [42-43].

b. Dégrilleur fin

Le dégrillage fin (Photo 01, Annexe 02) permet d'éliminer les déchets de tailles moyennes, ainsi que les fibres et les petites particules, pour éviter de boucher et de dégrader les éléments mécaniques en aval. Le dégrillage fin est réalisé en deux rangées parallèles isolables. L'une manuelle, la distance entre les lames 8mm et l'autre automatique [42-43].

La commande du système de dégrillage est effectuée par mesure de la différence de niveau d'eau au moyen de sondes de niveau de type ultrasonique installées dans le canal de dégrillage, plus un lavage en horloge intégré [42-43].

III.4.1.3. Déssablage-Déshuilage

En sortie de dégrillage, les eaux usées sont dirigées vers la prochaine étape de traitement des eaux usées, c'est le déssableur-dégraisseur (Photo 01, Annexe 02) rectangulaire aéré. Cette étape de traitement est constituée de deux files parallèles et indépendantes [42-43].

Les eaux usées sont dirigées vers les deux unités par deux canaux en béton. Les vannes murales d'isolement permettent d'isoler chacun des déssableurs. Le déssableur permet la rétention et l'élimination du sable et autres éléments minéraux afin d'éviter les phénomènes d'abrasion des équipements mécaniques en aval. L'air est injecté dans les déssableurs par suppression de rampes de diffusion d'air grosses bulles réparties sur la longueur des déssableurs [42-43].

Ils proposent un système qui récupère les sables à base d'un racleur en fond de bassin, récupérant le sable sédimenté 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 par une pompe submersible spécialement réglée située dans chaque trémie. Les graisses sont raclées à la

surface et dirigées vers une goulotte à graisses. La conduite d'aspiration permet à un camion hydraulique d'aspirer la graisse récupérée pour un traitement ultérieur [42-43].

Les sables issus de dessableur sont lavés pour permettre une réduction du volume de stockage et des odeurs. Une unité de séparation et de lavage est installée pour traiter l'ensemble des sables de la station. Les sables lavés sont ensuite stockés en benne avant d'être enlevés pour décharge ou réutilisation [42-43].

III.4.2. Traitement secondaire ou traitement biologique

Cette étape représente le cœur de ce type de stations ; à cette étape s'effectue la dégradation de la matière organique par moyen de microorganismes dans des conditions aérobies ; provoquant ainsi une homogénéité de façon à assurer un contact entre le milieu vivant ; les éléments polluants ; l'eau et l'oxygène [42-43].

III.4.2.1. Répartiteur

Après le dessableur / 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 deux lignes (quatre bassins) de traitement biologique. Les boues recerclées sont injectées au niveau de ce répartiteur (Annexe 02).

III.4.2.2. Les bassins biologiques

a-Bassins anaérobies

Les bassins anoxiques (Figure 06) sont équipés chacun d'un agitateur immergé de façon à éviter une sédimentation de la boue ou un trajet préférentiel, particulièrement lors de phases de bas débit (nuit) [42-43].



Figure 06 : Bassin anaérobie de la station de Bouira.

b. Chenal d'oxydation

Les bassins d'aération (Figure 07) sont équipés d'un système d'aération en surface du type rotors mammoths et des agitateurs assurent le brassage et l'homogénéisation ration en surface du système, ainsi que des sondes de mesures de taux d'oxygène (0,5 - 2, 5 mg/l), la température et le moyen électrique et du potentiel redox qui permettent le contrôle des paramètres de fonctionnement de l'unité de traitement biologique, la nitrification et la continuation de la dénitrification [42-43].

La déphosphoration se fait par voie biologique et afin de compléter ce traitement un dosage de réactif (chlorure ferrique) est prévu pour assurer une précipitation chimique du phosphore [42-43].



Figure 07 : Bassin aérobie de la station de bouira.

III.4.2.3. Clarificateurs

Les boues activées issues de l'étage biologique sont dirigées vers les clarificateurs circulaires (Figure 08) à l'intérieur desquels les boues vont décanter au fond d'ouvrage, d'où elles seront raclées, retirées par des tubes suceurs à l'aide d'une pompe à vide et dirigées vers le répartiteur [42-43].

Les boues flottantes aussi seront extraites à l'aide d'un racleur en surface et dirigées vers une fosse de boues flottantes. Les bassins de clarification sont équipés de ponts racleurs qui sont également équipés d'un système de nettoyage automatique des goulottes avec une brosse verticale et horizontale. L'eau épurée est dirigée vers les bassins de désinfection la clarification sépare les boues de l'eau qui, dépolluée à plus de 80 %, et complété le 20% de dépollution d'eau traité dans l'étape de désinfection est ensuite rejetée dans le milieu naturel [42-43].



Figure 08 : Clarificateur de la station de Bouira.

III.4.3. Traitement tertiaire

III.4.3.1. La désinfection

Le traitement tertiaire est réalisé sur une seule ligne constituée d'un bassin de désinfection (Figure 09) de type chicane [42-43].

Afin de pouvoir réutiliser les eaux usées d'une station d'épuration agricole, l'eau clarifiée doit être entièrement désinfectée après l'étape de décantation finale. Pour cela, un chlorage est prévu en sortie de station dans un ouvrage chicanes, le dimensionnement de cette partie de la station est basé en fonction du débit de pointe [42-43].



Figure 09 : Bassin désinfection de type chicane.

La station est faite pour traiter les eaux usées de la ville de Bouira et pour protéger la station des eaux potables de Tilesdit, 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 10) [42-43].



Figure 10 : La sortie de l'eau épurée vers l'oued.

III.4.3.2. Traitement des boues

C'est une phase de traitement des boues après la sortie d'eau épurée de la STEP, le traitement des boues consiste à déposer les boues en excès qui sont dans le répartiteur et boues flottantes vers d'autres ouvrages (l'épaississeur, stabilisateur) par pompes [41].

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

a. Epaissement des boues en excès

L'épaisseur hersé est un bassin circulaire à fond conique à faible pente, il est équipé d'un racleur hersé tournant en permanence. Le racleur hersé permet de favoriser l'épaississement des boues pour assurer un taux de MES plus élevé. Les boues sont dirigées en font de bassin vers un puits central d'où elles sont soutirées, l'eau surnageant est récupérée par une lame déversant située autour du Périmètre de l'épaisseur ainsi l'eau récupérée passe dans une goulotte de récupération et est dérigée vers le poste toutes eaux, de la station avant d'être refoulée vers le répartiteur, les boues épaissies sont dirigées vers la stabilisation des boues [41].

b. Pompage des boues

La salle des pompes à lisier se compose de plusieurs pompes fournissant l'épaisseur, le stabilisateur, la déshydratation et les lits de séchage du stabilisateur [42-43].

c. Stabilisation aérobie des boues

Le bassin de stabilisation (Figure 11.a) est un bassin circulaire qui 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 par une turbine d'aération de surface disposée au centre du bassin et fixée [42-43].

Le mouvement des boues dû au fonctionnement de ces turbines permet d'assurer un mélange du bassin. La stabilisation aérobie des boues permet de réduire la quantité des boues devront être traitées ultérieurement grâce à l'activité bactérienne ayant lieu dans le bassin de stabilisation. Les boues stabilisées (Figure 11.b) sont également moins génératrices d'odeur et la stabilisation permet également la réduction de pathogènes présents dans les boues [42-43].

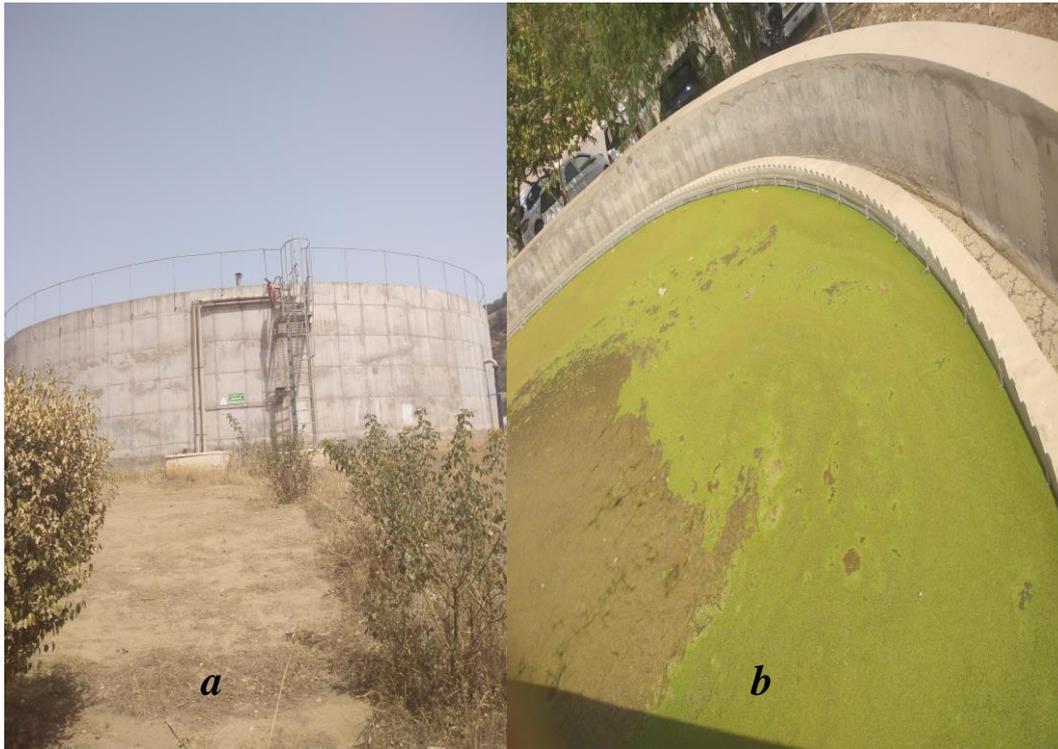


Figure 11 : *a* : Stabilisateur, *b* : Stabilisation des boues.

c. Déshydratation des boues

La déshydratation mécanique des boues permet de réduire le volume des boues en excès avant stockage / épandage. Pour cela, la déshydratation mécanique des boues est conçue par 02 filtres presse à bandes qui ont une durée maximum de fonctionnement de 20 h /jour et qui permettant d'obtenir une siccité finale des boues de 18-22 % [42-43].

Le conditionnement des boues à déshydrater s'effectue par ajout de poly électrolytes (polymère cationique) Le concentrât résultant de la déshydratation, est amené gravitairement vers la fosse toutes eaux pour être réintroduite dans le répartiteur pour le traitement. Les boues déshydratées sont reprises par une vis convoyeuse qui les amène dans la trémie de chargement des conteneurs [42-43].

- **Préparation de polymère**

Le polymère est préparé par une unité de préparation de polymère. Le système est prévu pour un dosage de polymère forme liquide. Le dosage nécessaire du polymère s'effectue en amont du filtre presse qui est prévu pour un dosage de façon à assurer un bon mélange boues/ poly- électrolyte. Il est injecté directement dans la canalisation d'alimentation par un moyen de pompe doseuses à vis excentré [42-43].

e. Lits de séchage de secours et lits de stockage

Les lits de séchage sont équipés d'un système de drainage qui assure un séchage naturel des boues, l'eau ainsi est récupérée dans une fosse dirigée par pompes submersible vers le répartiteur des bassins biologiques et les boues séchées sont stockées dans les lits de stockage [42-43].

III.4.4. Analyses des eaux usées

Les différentes analyses effectuées pour traiter les eaux usées au niveau de laboratoire de la station d'épuration de Bouira sont :

- ✓ La DCO et la DBO5 pour la pollution organique et le rapport DCO/DBO5 nous donne la qualité des eaux usées et la quantité des matières oxydables.
- ✓ Des paramètres physico-chimiques comme :
- ✓ La turbidité.
- ✓ Le potentiel d'hydrogène.
- ✓ La température.
- ✓ La conductivité.

Pour traiter la boue, il faut déterminer les MES et MVS des bassins d'aération et le V30 pour calculer l'indice de boue qui nous indique si la boue est floculée, filamenteuse ou dispersée.

Tout le matériel utilisé pour cette étude est présenté dans l'annexe 03.

III.4.4.1. Paramètres physiques

a. La turbidité

La turbidimétrie (voire l'annexe 03) mesure alors l'intensité lumineuse du faisceau transmis après traversée du milieu. La mesure s'effectue dans le même sens que celui du faisceau incident.

Mode opératoire**Préparation de l'instrumentation**

- Mettre l'appareil sous tension ;
- Saisir délicatement l'étalon 0.1 NTU et l'essuyer sans l'agiter ;
- Veiller à ce que le chiffon ou le papier utilisé ne laisse aucune pluche sur la paroi du tube de verre

Etalonnage

- Ouvrir la chambre noire et y placer l'étalon ;
- Coiffer la chambre noire ; Placer le commutateur de sélection sur la position 10 (10 constitue la limite supérieure de lecture, soit 10 NTU) ;
- Ajuster l'affichage à la valeur de l'étalon, soit 0,1 dans ce cas, à l'aide du bouton de tarage ;
- Ouvrir la chambre noire ; Retirer l'étalon et le stocker verticalement. L'appareil peut alors être utilisé pour un échantillon dont la turbidité est < 10 NTU

Mesure d'une turbidité

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon puis essuyer le tube de mesure ;
- Introduire le tube de mesure dans la chambre ; Fermer la chambre ;
- Lire directement le résultat [41].

b. Détermination de potentiels d'hydrogène (pH)

Le pH a pour objectif de déterminer l'acidité neutralité, basicité de l'eau. On a utilisé le pH mètre (Annexe 03).

Mode opératoire

- 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.

c. Détermination de la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dessous donc sur la conductivité électrique [41].

d. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique, l'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m, μ S/m) Pour déterminer la conductivité de l'eau étudiée, à l'aide d'un conductimètre (Annexe 03).

Mode opératoire

- 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.

E. Détermination de la quantité de MES, MVS, MMS, IB, la siccité et V30

Les boues issues de traitement des eaux usées passent par des séries d'analyses pour déterminer les paramètres suivants : la matière en suspension (MES) ; les matières volatiles sèches (MVS) des bassins d'aérations ; le volume décanté pendant 30 minute (V30); l'Indice de boue (IB) ; la siccité (Sc).

Pour déterminer la quantité en MES, MVS, MMS, IB, V30, on a utilisé le matériel disponible au niveau de station représenté dans l'Annexe 03.

Mode opératoire de la détermination du V30

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

Mode opératoire des MES, MVS par filtration

1-Sécher les filtres (fibre de verre) dans l'étuve à 105°C jusqu'à point constant, peser les filtres (P_0)

2-Filtrer par intermédiaire d'une pompe à vide un volume V (100ml) de chaque échantillon

3-Sécher ensuite à l'étuve à 105°C pendant 2H.

4-Peser les filtres (P_1) puis calculer la valeur de MES par la formule suivante :

$$MES = (P_1 - P_0) * 1000 / V$$

5- Mettre les filtres au four pendant 2h 525°C \pm 5°C.

6- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser les filtres (P_2).

7- Calculer la valeur de MVS en utilisant la formule suivante : $MVS = (P_1 - P_2) * 1000 / V$

Mode opératoire des MES, MVS par centrifugation

1- Prendre un volume d'échantillon V, l'introduire dans la centrifugeuse pendant 20min à 3000tr/min.

2-Recueillir le culot de centrifugation dans une capsule en porcelaine préalablement séchée à 105°C et pesée (P_0).

3-Rincer le godet de la centrifugeuse 2 fois avec environ 20ml d'eau distillée et recueillir les eaux de rinçage dans la capsule.

4-Sécher la capsule dans l'étuve à 105°C jusqu'à point constant (2h).

5-Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser la capsule (P_1). puis calculer la valeur de MES par la formule suivante : $MES = (P_1 - P_0) * 1000 / V$

6-Mettre la capsule au four pendant 2h à 525°C \pm 5°C

7-Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la capsule (P_2).

8- Calculer la valeur de MVS en utilisant la formule suivante : $MVS = (P_1 - P_2) * 1000 / V$

f. Indice de boue

L'indice de boue représente le volume occupé par un gramme de boue après 30 min de décantation statique dans les éprouvettes d'1 litre transparent gradué [41]. Il est défini par la formule suivante : $IB = V30 / MES$

Où V30 : volume de boue décante en 30min (ml/l), MES : concentration des matières en suspension de la boue décantée dans les éprouvettes en (g /l).

L'indice de boue est valide lorsque le volume décanté est compris entre 100 et 300 ml dans le cas contraire une dilution est nécessaire dans ce cas, le calcul de l'indice de boue est le :

$IB = V30 / MES$ de la boue décanté après dilution. Si :

* $IB < 100$ correspondent à des boues qui sédimentent facilement.

* $100 < IB < 200$ décantation difficile (quelques filaments).

* $IB > 200$ mauvaise décantation (boue riche en filaments).

III.4.4.2. Les paramètres chimiques

a. Détermination de la DBO5 [41].

1-Mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

2-Rincer le flacon de DBO avec l'échantillon et remplir minutieusement à l'aide des fioles jaugées appropriées (dans notre cas l'eau brute 164ml et l'eau épurée 432 ml).

3-Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.

4-Insérer le godet à soude dans le goulot du flacon.

5-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.

6-Fermer hermétiquement le flacon avec l'oxiTop.

7-Commencer la mesure : presser simultanément les touches M et S pendant 2 secondes, l'afficheur indique 00.

8-Mettre les flacons avec oxitop dans l'incubateur pendant 5 jours.

9-Pendant 5 jours l'échantillon est agité en continu. L'oxitop enregistre automatiquement une valeur toutes les 24h pendant 5 jours.

10-Pour connaître la valeur actuelle presser la touche M.

11-Après 5 jours lire les valeurs mémorisées : presser la touche S.

12- Convertir à l'aide du tableau des facteurs cité en annexe 04, les valeurs affichées (digits) en valeur DBO en utilisant la formule suivante : **Digits*facteur=DBO5 mg/l.**

b. Demande chimique en oxygène

La DCO constitue un paramètre important de la qualité de l'eau et l'analyse rapide de cet élément sert essentiellement à la surveillance des eaux usées et des rejets domestiques et industriels, pour l'analyse d'un prélèvement donnée, sa valeur est toujours supérieure à celle de la DBO5, car elle mesure une plus grande quantité d'oxygène s'exprime également en milligramme d'oxygène par litre (mg O₂/l) [42-43].

b.1. Détermination de la DCO par la méthode normalisée

Mode opératoire

1-Transvaser 10ml de l'échantillon pour l'analyse (dilués nécessaire) dans la fiole de l'appareil à reflux et ajouter 500ml ±0.01ml de la solution de dichromate de potassium et quelque régulateur d'ébullition et agiter soigneusement.

2-Ajouter lentement et avec précaution 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent et raccorder immédiatement la fiole en réfrigérant.

3-Amener le mélange réactionnel à l'ébullition en 10min et continuer l'ébullition pendant encore 110 min.

4-La température du mélange réactionnel doit être de 149°C±1°C.

5-Refroidir la fiole immédiatement dans l'eau froide à environ 60°C et rincer le réfrigérant avec un petit volume d'eau. Enlever le réfrigérant et diluer le mélange réactionnel à environ 75 ml et le refroidir à la température ambiante.

6-Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sulfate de fer et ammonium, en présence de 1 ou 2 goutte de la solution d'indicateur Auféroien.

Note : Le mélange réactionnel doit bouillir doucement. Sans soubresauts. Des soubresauts seraient indice d'une surchauffe locale des solutions qui pourrait conduire à des résultats erronés. Les soubresauts peuvent être dus à un chauffage trop intense ou à des granules régulateurs d'ébullition inefficace.

7- Exprimer le résultat au milligramme par litre le plus proche, les valeurs inférieurs à 30 mg/l doivent être notées.

b.2. Mode de calcul de la DCO

La demande chimique en oxygène, DCO, exprimée en milligramme par litre, est donnée par la formule : $DCO = 8000c (V_1 - V_2) / V_0$

Où. C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

V_0 : est le volume, en millimètres, de la prise d'essai avant dilution (s'il y'a lieu).

V_1 : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium, utilisé pour l'essai à blanc.

V_2 : est le volume, en millilitres, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium, utilisé pour la détermination.

8000 est la masse molaire, en milligramme par litre, de $\frac{1}{2} O_2$.



Chapitre IV.

Résultats et Discussions

IV.1. Gestion des sous-produits et Extraction du sable et des huiles

L'eau usée est collectée et relevée à partir d'une station de relevage dans la station d'épuration (STEP) où elle va suivre différents procédés de traitement (prétraitement) pour éliminer les déchets. Les déchets ménagers, retenus par le dégrilleur grossier et le dégrilleur fin automatique de la STEP, sont récupérés dans une benne entreposée devant ces deux équipements comme il est montré dans la Figure 12, puis acheminés par un camion de l'Office National d'Assainissement (ONA) vers le centre d'enfouissement technique (CET) de la ville de Bouira [42-43].



Figure 12 : Benne de récupération des déchets ménagers.

Le sable extrait par les pompes du bassin de dessablage subit un lavage systématique au niveau de la laveuse automatique puis déversé dans la benne, comme il est représenté dans la Figure 13, il est évacué ensuite vers l'air de stockage pour une future réutilisation dans les espaces verts de la STEP [42-43].

L'agent d'exploitation quantifié les volumes et les transmet au chef de la STEP pour l'exploitation et le suivi. Les écumes récupérées de l'opération de déshuilage sont d'origine domestiques, elles sont raclées vers les fosses, dès que le niveau de remplissage des fosses est atteint, un camion de l'ONA dotée d'une pompe aspiratrice intervient pour vider les fosses et achemine les écumes vers l'air de stockage de la STEP où elles sont déversées [42-43].



Figure 13 : Extraction du sable (originale).

Dans cette partie 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 stages pratiques effectués.

IV.2. Analyse de l'eau brute et l'eau épurée

IV.2.1. La température

Les résultats de la mesure de la température de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans la Figure 14 et l'annexe 05.

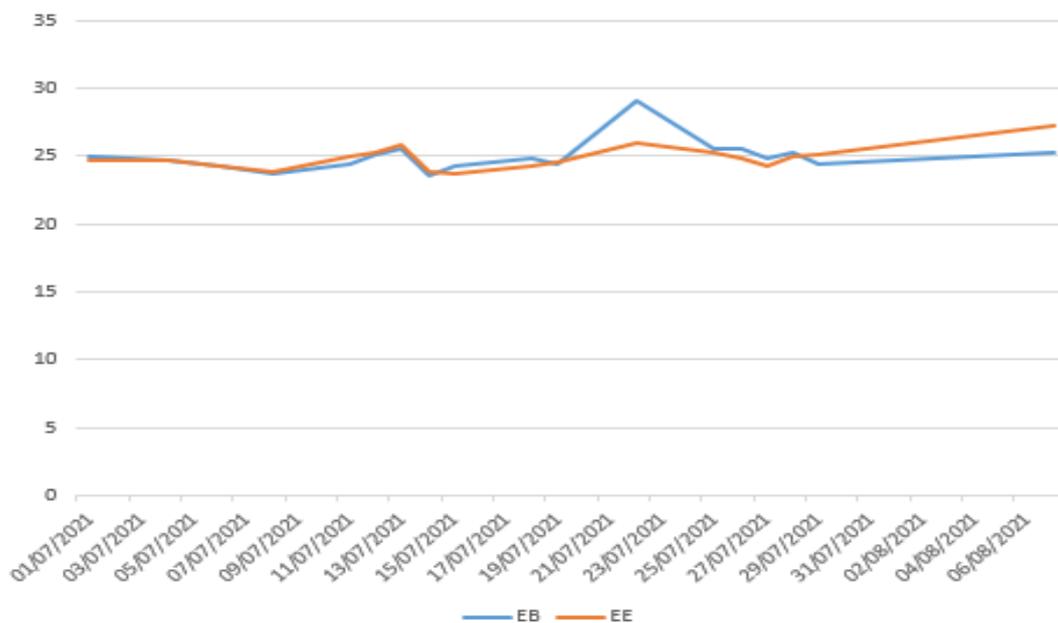


Figure 14 : Evolution de la température en fonction du temps. EB : eau brute, EE : eau épurée

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les valeurs de la température de l'eau brute et l'eau épurée varient entre 23.6 et 25.9°C avec une moyenne de 25 à 24.8°C qui dépasse les seuils fixés par la station (12 à 20°C).

Une augmentation élevée de la température de l'eau épurée est observée, ce qui est due au passage de l'eau par les différentes étapes dans les bassins d'épuration. Cette augmentation est due également de l'exposition des bassins au rayonnement solaire, car la station est encore de démarrage [42-43].

IV.2.2. La conductivité

Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans la Figure 15 et l'annexe 05.

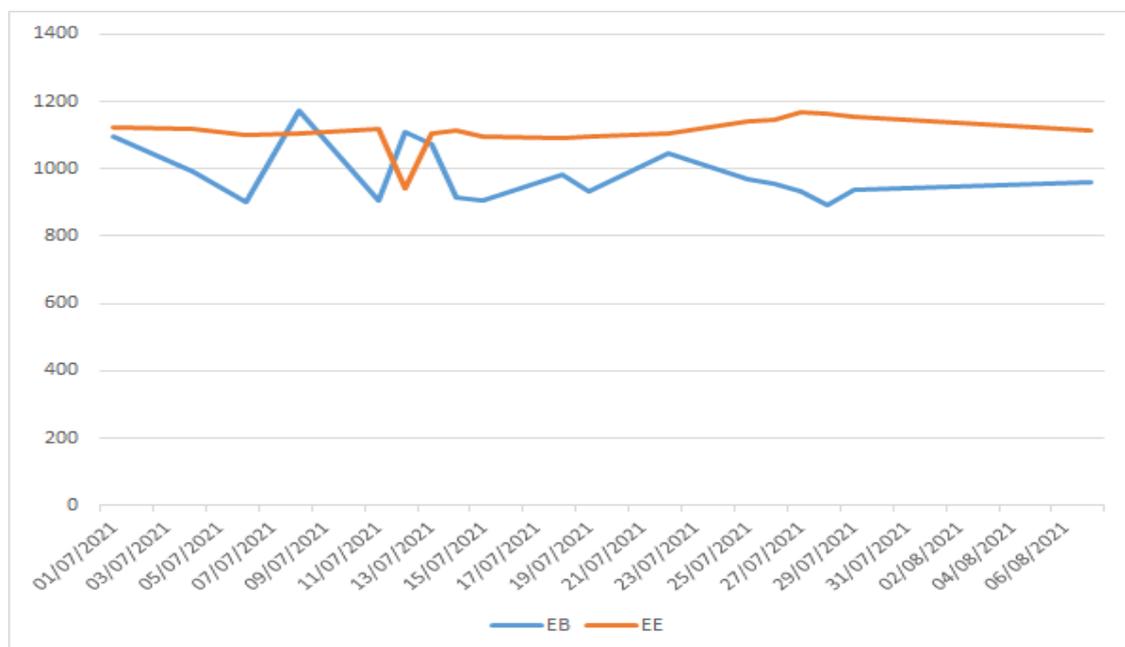


Figure 15 : Evolution de la conductivité en fonction du temps. EB : eau brute, EE : eau épurée.

D'après les résultats ; les valeurs de conductivité de l'eau brute varient entre 893 et 1173 us/cm avec une moyenne de 982,1 us/cm, alors que l'eau épurée varie entre 944 et 1167 us/cm avec une moyenne de 1111,3 us/cm.

Cette légère fluctuation qui a été remarquée entre les valeurs de l'eau brute et l'eau épurée est due à la perte des portions de la salinité aux cours des étapes de l'épuration [42-43].

Tout comme la résistivité, la conductivité est fonction de la température. On a pu observer en que C augmentait en moyenne de 2% par degré. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. En général les résultats sont ramenés à 20°C [42-43].

IV.2.3. Le pH

Les résultats de la mesure du pH de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans la Figure 16 et l'annexe 07.

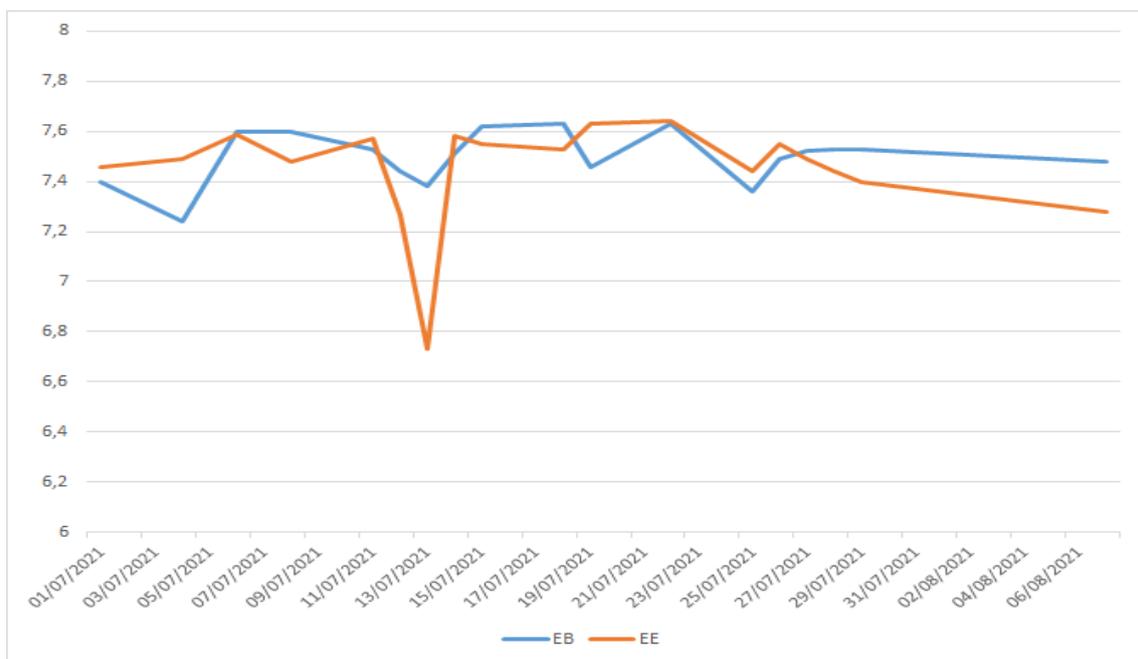


Figure 16 : Evolution de Ph en fonction de temps ; EE eau épuré EB eau brute.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs du pH de l'eau brute varient entre 7,36 et 7,63 avec une moyenne de 7,5 qui est presque neutre ; cette eau ne pas besoin d'être neutraliser. Cette neutralisation est expliquée par la nature de l'eau usée qui est une eau urbaine [42-43]. Ensuite pour le pH de l'eau épurée, ses valeurs varient entre 6,73 et 7,64 avec une moyenne de 7,5 ce qui répond aux seuils fixés par la station (6,5 à 8,5).

Ces résultats sont tous similaire à celle de l'année de 2018 qui sont représentés sur la Figure 17 et l'annexe 08. Ces derniers signifient que la station elle reçoit que les eaux usées urbaines (absence des rejets illicites dans le réseau d'assainissement).

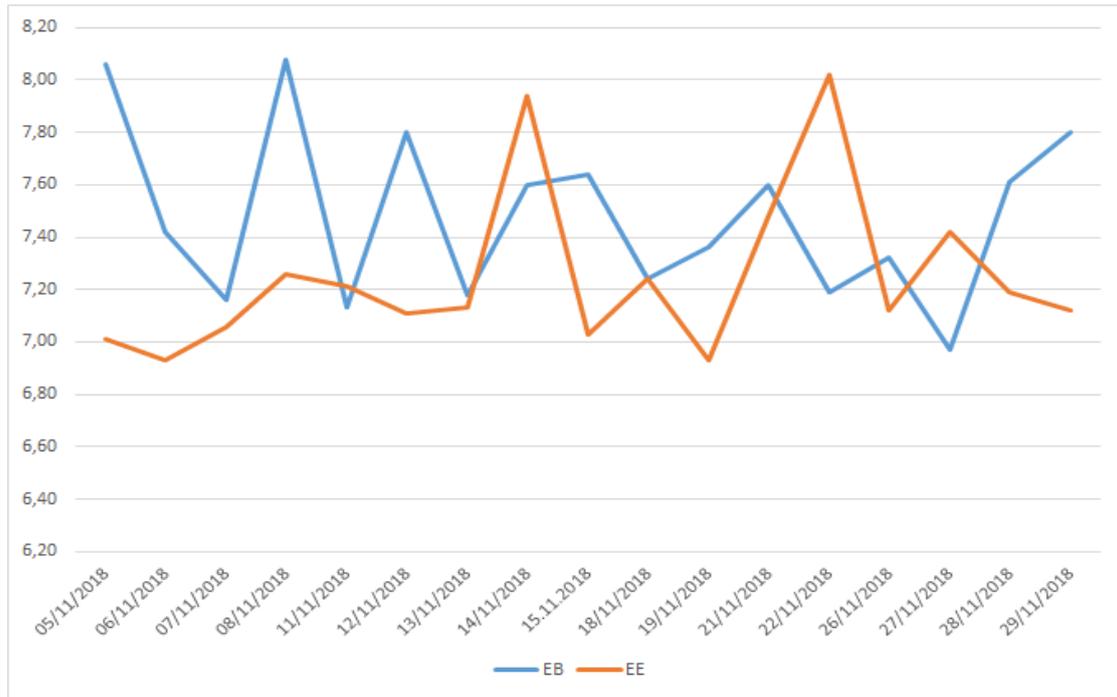


Figure 17 : Evolution de pH en fonction de temps EE eau épuré EB eau brute 2018.

IV. 2.4. MES

Les résultats obtenus de la MES de l’eau brute et de l’eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans la Figure 18 et l’annexe 09.

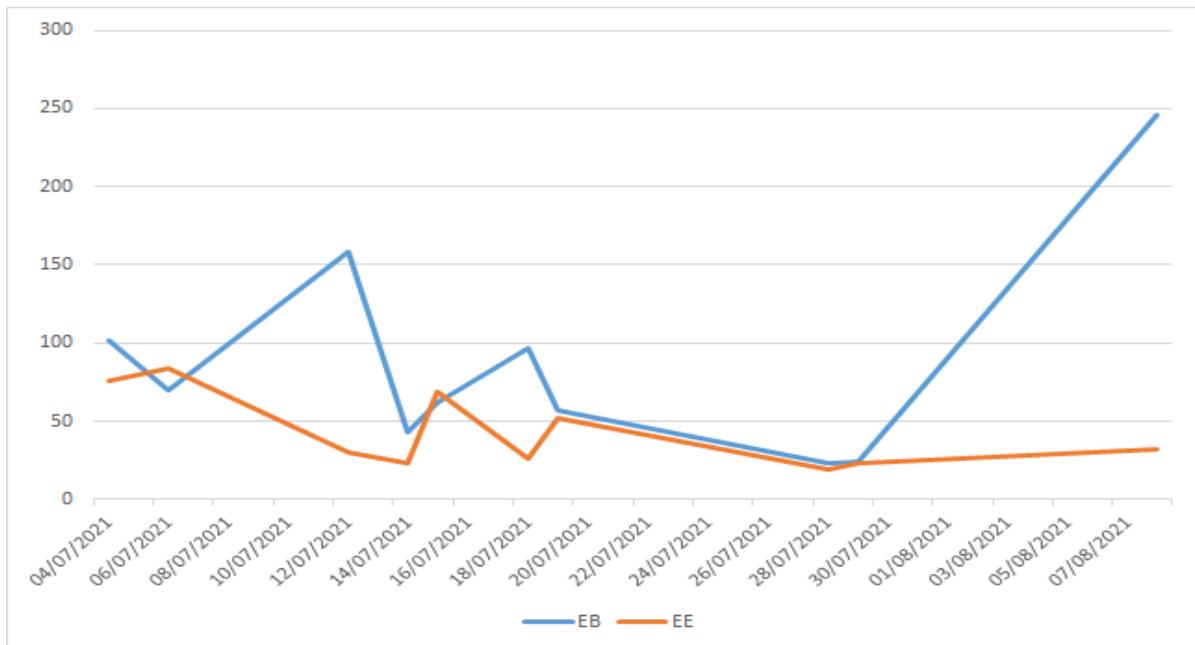


Figure 18 : Evolution de MES en fonction de temps de l’eau brute (EB) et l’eau épurée (EE).

Nous avons remarqué que les valeurs de MES de l'eau brute varient entre 23 et 158 mg/l avec une moyenne de 94,0 mg/l, alors que pour l'eau épurée des valeurs s'expriment entre 19 et 84 mg/L avec une moyenne de 41,5 mg/l.

Les valeurs de MES de l'eau brute ne répondent pas à la valeur nominale acceptable par la STEP qui est de 452 mg/l. La plupart des valeurs de MES de l'eau épurée sont supérieures aux seuils limites fixés de la station qui est de 30mg/l sauf les jours 12/13/14/18/28/29 donc il y a une perturbation dans la marche de station. Au cours de ces résultats on peut dire que le traitement n'est pas bien fait. Ce problème est dû à la négligence de nettoyage de l'échantillonneur automatique un filet chargé qui est entré dans la station [42-43].

Les rendements obtenus montrent qu'il y a un mauvais abattement de la MES entre l'eau brute et l'eau épurée ce qui signifie qu'il y a pas une bonne séparation de la boue de l'eau épurée aux niveaux des clarificateurs car la quantité de boues activées qui s'est formée est très faible et cela du au début des travaux de la station qui a été fermée pendant deux ans ;

La Figure 19 et l'annexe 10 représentent les résultats de MES de l'eau brute et de l'eau épurée en 2018.

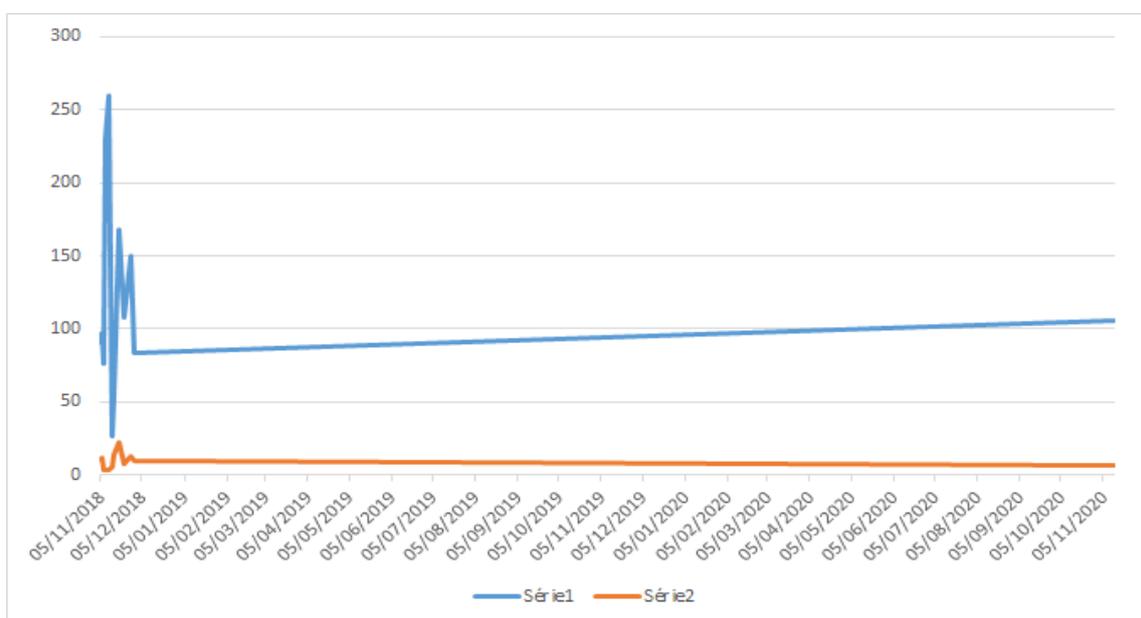


Figure 19 : Evolution de MES de l'eau brute (EB) et l'eau épurée(EE) en 2018.

D'après la Figure 19 l'annexe 09 ; la concentration de MES en 2018 à l'entrée de la station varie de 54 et 260 mg/l et la sortie de la station varie de 3 et 22 mg/l donc on peut dire que le traitement est bien fait. La moyenne de l'eau épurée est inférieure à 30 mg/l. Donc elle

réponde à la norme contractuelle de la station, ce qui signifie qu'il y'a bonne séparation de la boue de l'eau épurée aux niveaux des clarificateurs [42-43].

IV.2.5. Le Débit

Le débit d'entrée est mesuré par le compteur venturi qu'on trouve entre le déssableur/dégraisseur et le répartiteur les valeurs de débit de mois juillet 2021 sont :

Débit moyen épurée : 8185 m³/j

Débit moyen brute : 9003,5 m³/j

Les valeurs de débit de mois novembre 2018 sont :

Débit moyen épurée : 5028, 37 m³/j

Débit moyen épurée : 5531, 207 m³/j

IV.2.6. Mesure de DBO5, DCO et le rapport DCO/DBO5

Les résultats de la mesure de DBO5, DCO. Leur rendement et le rapport DCO/DBO5 de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans le tableau 02.

Tableau 02 : Résultats de la DBO5, DCO, leur rendement et le rapport DCO/DBO5.

Date		DBO5		DCO			K=DCO/DBO5
6/7/2021	260	Sup 50	/	/	/	/	/
8/7/2021	240	Sup 50	/	/	/	/	/
18/7/2021	180	Sup 50	/	/	/	/	/
19/7/2021	120	sup50	/	/	/	/	/
25/07/2021	200	50	75	/	/	/	/
26/07/2021	120	sup50	/	/	/	/	/
28/07/2021	200	50	75	/	/	/	/
MOY	188,6	50	73,48	/	/	/	/

En raison du début des travaux dans la station, cela a conduit à obtenir des résultats erronés en DCO, tous inférieurs à la DBO et donc on ne peut pas calculer le k.

a. La DBO5

La DBO5 à l'entrée de la station varie de 120 à 260 mg/l avec une moyenne de 188.6mg/let à la sortie de station varie de plus 50 mg/l de moyenne de 50 mg/l. Ces résultats

ne dépassent pas les valeurs nominales acceptables par la STEP (302 mg/l). La DBO5 de l'eau épurée (+ 50 mg/l) n'est pas dans les normes contractuelles de la station (20 mg/l) et celles de L'OMS (40 mg/l).

Nous signalons que nous avons enregistré des valeurs dépassant la valeur du seuil fixé (20 mg/l), à cause de l'arrêt des deux aérateurs au niveau du bassin biologique, qui a engendré une diminution de l'oxygène ce qui a provoqué une biodégradation incomplète à cause de début de la marche de station.

Le rendement de la DBO5 obtenu montre qu'il y'a un faible abattement de DBO5 entre l'eau brute et épurée, ce qui signifie qu'il y'a une mauvaise biodégradation de la matière organique dans les bassins biologiques.

Si on considère le tableau des analyses de 2018 (Annexe 11), nous constatons que nous obtenons des résultats de DBO5 de l'eau épurée et l'eau brute dans les normes de la station ainsi que bonne biodégradation de la matière organique dans les bassins biologiques. Car dans cette période la station elle a été un bon fonctionnement et bonne marche des bassins biologiques donc le traitement biologique est efficace [42-43].

b. Indice de biodégradabilité

Le K c'est le coefficient de biodégradabilité, qui est le rapport de DCO/DBO5.

Si $K < 1,5$: fortement biodégradables.

Si $1,5 < K < 2,5$: moyennement biodégradables.

Si $2,5 < K < 3$: peu biodégradables

Si $K > 3$: non biodégradables

Puisque les résultats de DCO sont incorrects ; nous ne pourrions pas calculer le coefficient de biodégradabilité, ce qui signifie que il y'a une faible biodégradabilité.

IV.2.7. Détermination de MES et MVS dans les bassins d'aération

Les résultats de la mesure de MES et MVS dans les bassins d'aération de l'eau brute et de l'eau épurée pendant la période de stage pratique sont représentés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Résultats de MES et MVS dans les bassins d'aération pendant un jour de durée de stage.

Paramètre	Boue activée		Boue retour
	B03	B04	LIGNE 01
V30 (mg/l) sans dilution	5	10	/
Dilution1/4			
MS (g/l)	0,67	0,36	0,53
IB (ml/l)	14,92	13,88	/
MVS (g/l)	0,33	0,20	/
O ₂ (mg/l)	P1	P1	/
	P2	P2	

D'après le tableau 03, la valeur de l'indice de boue varie de 14,92 et 13,88 ml/ g. Ces valeurs sont inférieures à 150 ml/g et très petites par rapport aux seuils normal car la station elle est encore de démarrage et la boue au début de synthèse donc la décantation de la boue difficile et la quantité très faible.

A cause des faibles quantités des boues dans le bassin ; les valeurs de MVS elles sont très faibles 0,30 et 0,20 g/l avec une moyenne de 0,25 g/l et de MVS s'oscillent entre 0,36 et 0.67 g/l avec une moyenne de 0,52 g/l.

Ces valeurs conforme aux seuils fixés par la STEP 04 g/l, mais sont très faibles et presque inexistant (pas d'équilibre). Même cas pour les valeurs de V30 entre 5 et 10 mg/l très petite à cause de la faible quantité des boues synthétisées.

Production et devenir de la boue issue de procédés d'épuration

Les boues en excès dans la STEP sont épaissies, stabilisées et séchées soit à partir d'une déshydratation mécanique par l'ajout de polymère, la boue déshydratée est évacuée par un convoyeur vers une benne entreposée sur des socles en dehors de la salle de la déshydratation (Figure 20), soit par séchage naturel au niveau des lits de séchage (Figure 21). Ces lits sont dotés d'un système de drainage permettent l'infiltration des lixivias vers la fosse toutes eaux ou ils sont pompés vers le répartiteur. Dès que la boue sèche et sa siccité avoisine les 50%, elle est évacuée par des agents d'exploitation dotés des équipements de protection individuels

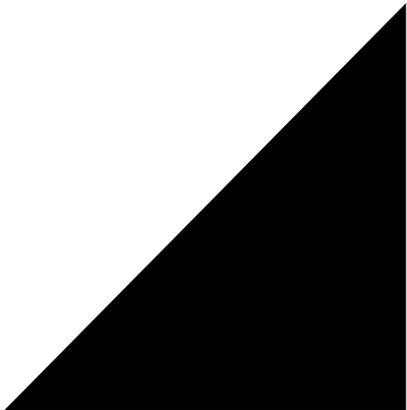
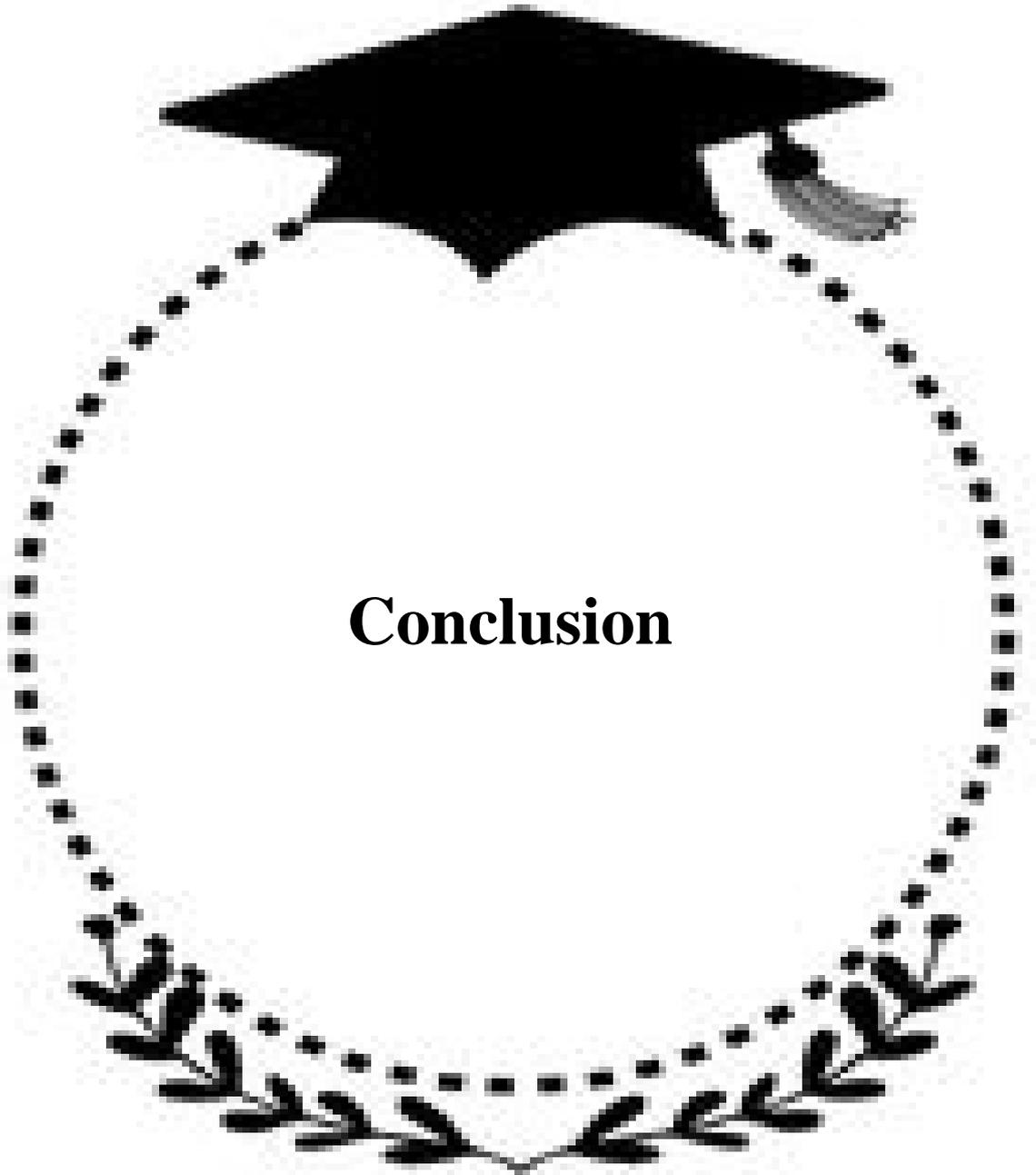
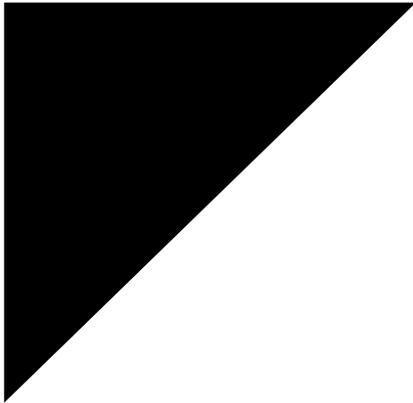
(EPI), des pelles et des brouettes et aider par tracteur vers les lits de stockage, d'où elle va être évacuée par un camion de l'ONA vers le CET.



Figure 20 : Boue issue de la déshydratation mécanique.



Figure 21 : Lits de séchage.



L'objectif principal de ce travail est basé sur le contrôle du traitement des eaux usées urbaines par les procédés à boue activée utilisée par la station de traitement des eaux (STEP, ONA) de la ville de Bouira. Ainsi que la protection de l'environnement en l'occurrence d'Oued Hous et le barrage Tilesdit.

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 à 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.

La station d'épuration des eaux usées de la STEP de Bouira était à la ligne pendant deux ans 2019 jusqu'à juillet 2021 donc elle est en début de démarrage.

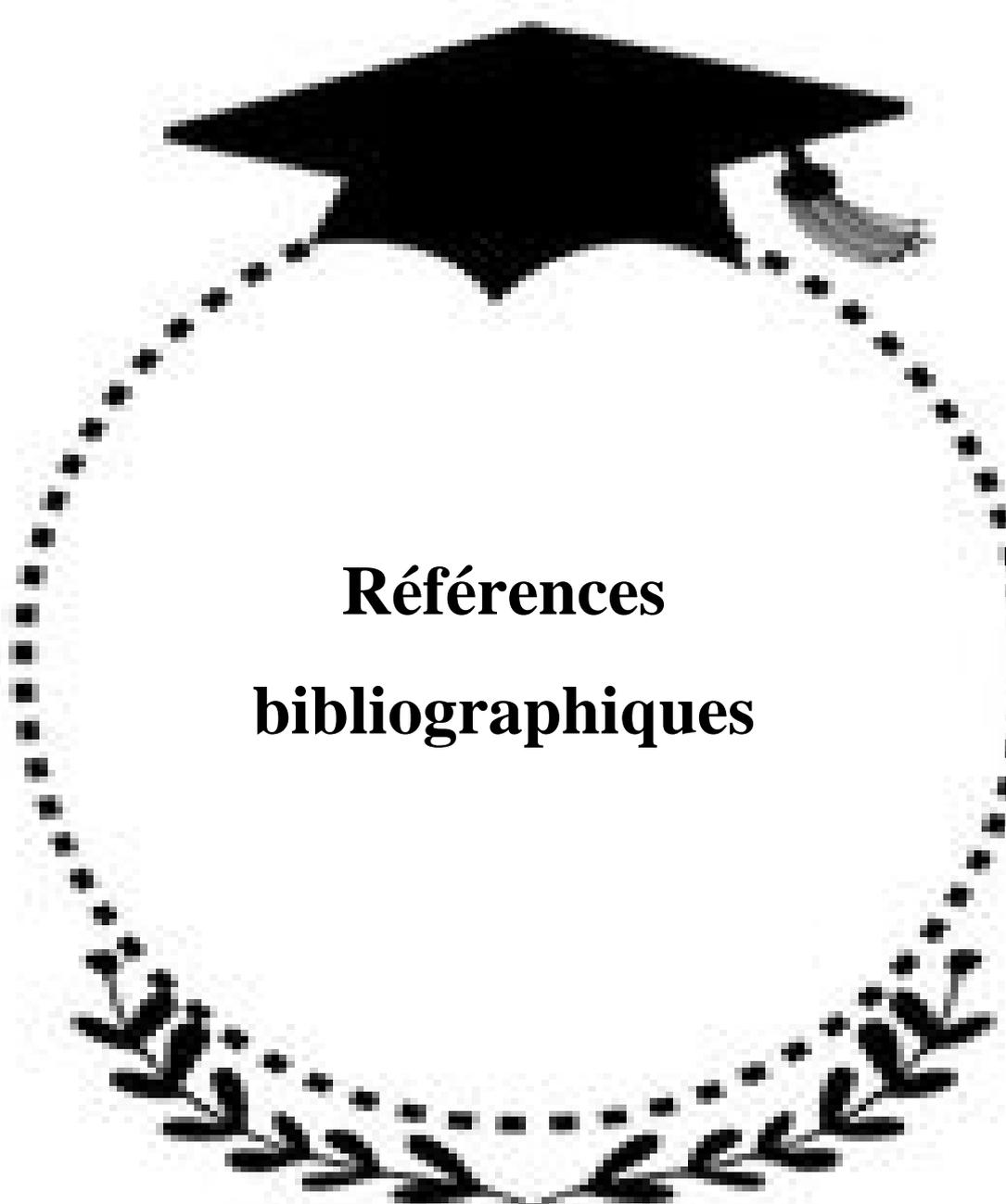
Les analyses qui ont été fait au niveau de laboratoire sont incomplètes en raison du début des travaux dans la station comme Les analyses de boue ne sont pas effectuées car elles sont en début de formation et synthèse : peuvent prendre 3 ou 4 mois pour achever leur développement.

Pour les analyses physicochimiques, nous avons fait mais la plupart des résultats obtenus non inclus dans les seuils fixées de la station. Donc on peut dire que l'efficacité de traitement des eaux usées augmentent avec le temps et l'augmentation de bon marché de travail dans la station.

* Les travaux que nous avons réalisés dans ce mémoire et les résultats obtenus, ouvrent de nombreuses perspectives de travail. Divers aspects pourraient en effet être poursuivis, comme :

- Compléter cette étude par des analyses microbiologiques afin de mieux contrôler la charge microbiologique de l'épuration des eaux usées ;

- Utilisation de l'eau épurée après désinfection dans l'irrigation ;
- Utilisation de la boue dans l'agriculture comme fertilisant du sol ou bien dans l'incinération car elle a un pouvoir de chaleur très élevée ;
- utilisation du sable et du gravier extraits dans le domaine de la construction ;
- Faire un le tri-sélectif des déchets ménagers pour recycler et récupérer le verre, le plastique, le papier et tous ce qui est métallique.



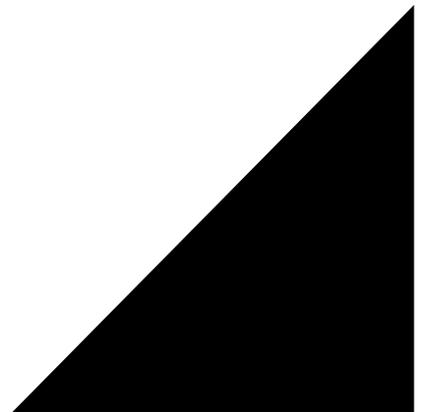
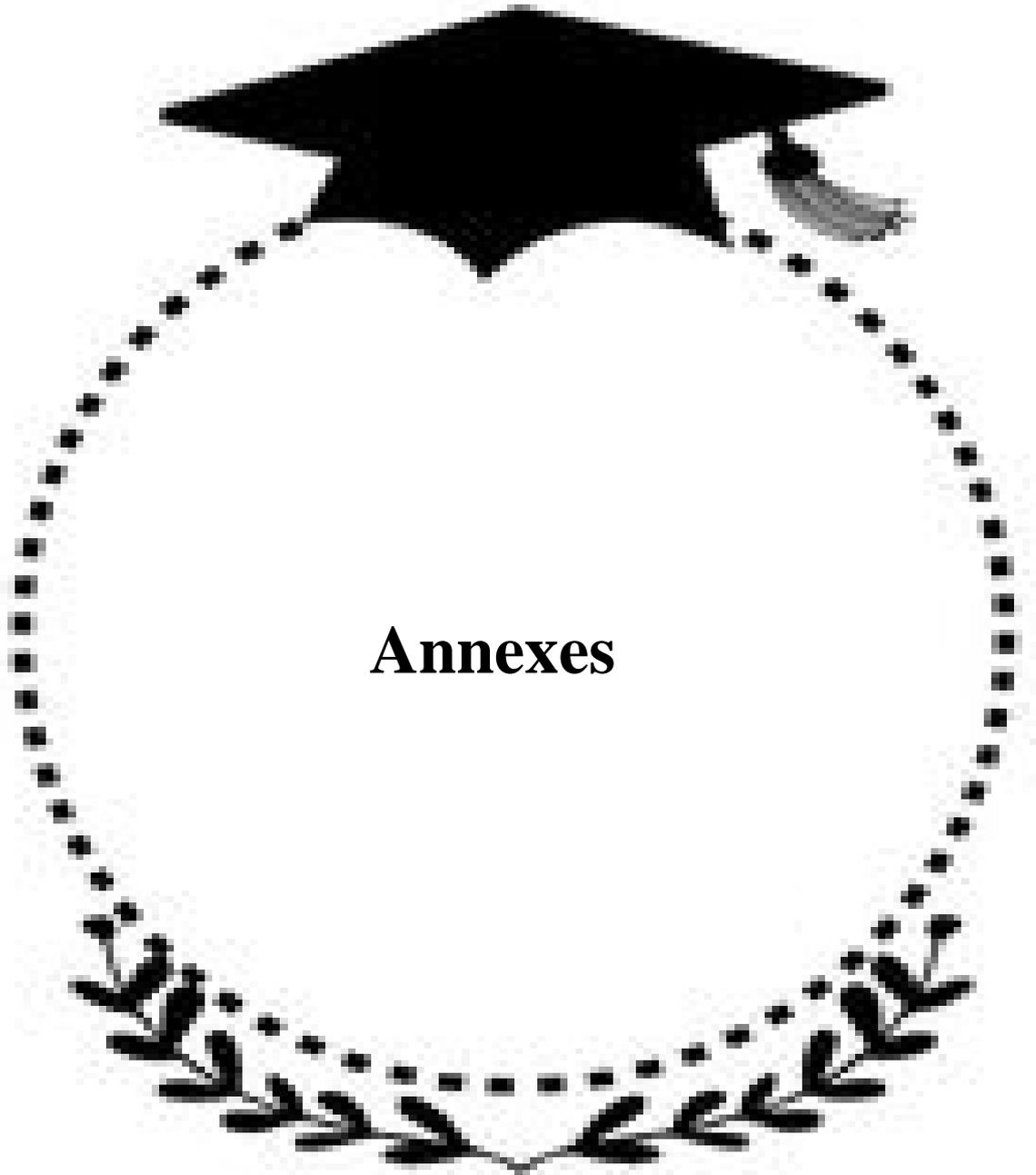
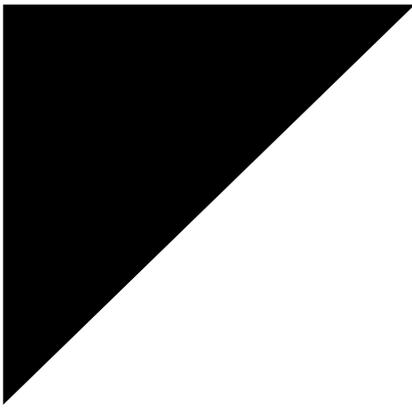
**Références
bibliographiques**

- [1] .Afir D et Mezaoua, (1984), Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation-floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali, mémoire d'ingénieur, génie de l'Environnement, école nationale de polytechnique, Algérie.
- [2] Allouche F, Lamri.D, et Zahf, F, (1999), Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid, Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbes, mémoire de fin d'étude Master 02 en biologie, Université de sidi bel Abbes, Algérie.
- [3] ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, (1996), Étude de faisabilité du lagunage sur les hauts plateaux. 13p.
- [4] Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004). Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [5] Beaudry J.P, (1984), Traitement des eaux. Edition le Griffon d'argile, Québec, 231p.
- [6] Bonnin J, (1977), Hydraulique urbain, 5ème édition Eyrole Paris, 228p.
- [7] Bremont R et Vuichard R, (1973), Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed. La documentation française, Paris.
- [8] Memento degremont ® de Suez, Procédés et technologies, <https://www.suezwaterhandbook.fr/> [Consulté le 10 / 09 / 2021].
- [9] Martin G, (1979), Le problème de l'azote dans les eaux, Edition technique et documentation, Lavoisier, Paris, 231-246.
- [10] Chellé F, Dellale M, Dewachter M, Mapakou F et Vermeij L, (2005). L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer. Office international de l'eau, p15.
- [11] Eckenfelder WW, (1982), Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Edition Lavoisier, Paris, 503p.
- [12] Bontoux J, (1993), Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 166p.
- [13] Badia-Gondard F et Hérisson, P, (2003) L'assainissement des eaux usées. Edition Techni. Cités, 231p.
- [14] Degremont A, (1978), Mémento technique de l'eau : 8ème édition. Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 1200p.

- [15] Metahri M S, (2012), Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes, cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat en génie des procédés, Université de Tizi Ouzou, Algérie, 148p.
- [16] Vilagines R, (2003), Eau, environnement et santé publique .introduction à l'hydrologie, 2^{ème} édition, Editions Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 198p.
- [17] Messrouk H, (2011), Contribution à l'évaluation et au traitement des usées dans la région de Ouargla, Cas composés phénoliques, Algérie.
- [18] Satin M et Selmi B, (1999), Guide technique de l'assainissement, 2^{ème} édition. Edition le Moniteur, Paris, 680p.
- [19] Labadi K et Moukar M, (2010), Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbains par lagunage de la ville de Ouargla, Mémoire d'ingénieur en écologie végétale et environnement, université de Ouargla, Algérie, 29p.
- [20] Rodier J, (2005), Analyse de l'eau, 8^{ème} Édition Dunod, Technique, Paris, 1008-1043.
- [21] Rodier J, Geoffray C, et Rodi , (1984), L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer: chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie, Edition. Dunod. Paris, 1365p.
- [22] Salghi R, (2006), Différentes filières de traitements des eaux. Cours. Ecole nationale des Sciences appliquées D'agadir, Université Iben Zohir, Roaume du Maroc, 22p.
- [23] Degremont A, (1989), Mémento technique de l'eau, Edition Technique Tomes 1 et 2. Lavoisier, 1459 p.
- [24] Desjardins C, (1997), Le traitement des eaux, 2^{ème} édition de l'école Polytechnique de Montréal. 304p.
- [25] FAO, (2003), L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, Bureau Régional pour le Proche Orient et l'Afrique du Nord, Caire, Egypte, 68p.
- [26] Franck.R, (2002), Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP Aquitaine, Bordeaux,Franca, 165-239.
- [27] Effebi K R, (2009), Lagunage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie, Thèse de doctorat, Université de Liège Campus, D'arlon, France, 165p.

- [28] AFNOR, (1988), Norme NFT9-101, détermination de la demande chimique en oxygène, Paris.
- [29] Brissaud F et Lesavre J, (1993), Epuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et études de cas, Etude Inter Agences, (9).
- [30] Collectif, (1984), Synthèse du fonctionnement du lagunage naturel de Vauciennes (Oise), CEMAGREF, SATESE de L'Oise, Agence de l'Eau Seine Normandie, Paris,.
- [31] Schetrite S, (1994), Etude 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.
- [32] Cooper P F, (2001), Nitrification and denitrification in Hybrid Constructed Wetland systems. Transformations on nutrients in natural and constructed wetlands, 257-270.
- [33] Montgomery W, (1997), Demonstration project in the treatment of domestic wastewater with constructed wetlands. Monitoring of Maintenance, 44p.
- [34] Bouziani M, (2000), La pénurie aux maladies, Edition Ibn-Khaldoun, 260p.
- [35] Bernier B, Dumoulin P P et Tetreault R, (2001), 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.
- [36] Cardot C, (1999), Les traitements de l'eau – Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, Paris ,247p.
- [37] Salem A, (1990), 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, 11-147.
- [38] Ladjel F, (2006), Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, Algérie, 80p.
- [39] Tchimogo M, (2001), Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel, Mémoire d'ingénieur, Génie rurale, université de Blida, Algérie, 132p.
- [40] Khadraoui A et Taleb S, (2008), Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact sur le milieu, Edition Khyam, Constantine, Algérie, 367p.

- [41] Noual, M, (2015), Etude des dysfonctionnements de station des eaux usées de la ville de Bouira. Mémoire de master 2, génie de l'environnement, Université de Boumerdes, 111p.
- [42] Anonyme 1, (2016), Notice d'exploitation de la STEP.
- [43] Anonyme 2, (2016), Manuel de laboratoire de la STEP.



Annexe 01 : Normes de quelques paramètres obtenues données par la STEP

DBO5	20 mg/L
DCO	120 mg/L
MES	30 mg/L
NH4-N	4 mg/L, T > ou =12°C
NO3-N	8 mg/L
P total	2 mg/L

Annexe 02 : Matériels utilisés pour le prétraitement des eaux usées**Photo 01 : Chambre d'arrivée d'eau****Photo 02 : Dégrilleur fin**



Photo 03 : Déshuilage



Photo 04 : Traitement des sables



Photo 05 : Répartiteur

Annexe 03 : Matériel utilisé pour les analyses effectuées sur l'eau brute et l'eau épurée.



Photo 01 : Conductimètre.



Photo 02 : Turbidimètre.



Photo 03 : Ph mètre.



Photo 04 : Etuve.



Photo 05 : Pompe à vide.



Photo 06 : Dessicateur.

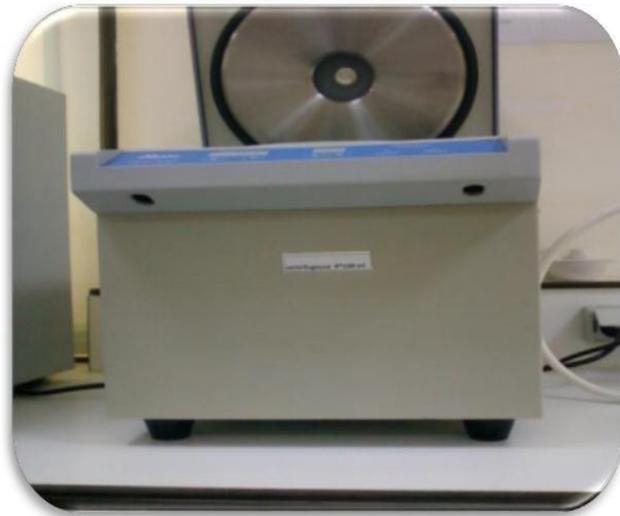


Photo 07 : Centrifugeuse.



Photo 08 : Décantation après 30 min.



Photo 09 : Incubateur + oxitop + flacon.

Annexe 04 : Conversion des facteurs des digits.

Volume de l'échantillon (ml)	Plage de mesure (mg/l)	Facteurs
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

Annexe 05 : Valeurs de la température et conductivité de l'eau brute et l'eau épurée pendant la période de stage.

Date	Température		Conductivité	
	EB	EE	EB	EE
01/07/2021	25	24,7	1097	1124
04/07/2021	24,7	24,7	991	1118
06/07/2021	24,3	24,2	903	1100
07/08/2021	25,3	27,2	960	1112
08/07/2021	23,7	23,9	1173	1105
11/07/2021	24,4	25	904	1119
12/07/2021	25,1	25,2	1110	944
13/07/2021	25,6	25,8	1073	1107
14/07/2021	23,6	23,8	915	1112
15/07/2021	24,2	23,7	904	1098
18/07/2021	24,8	24,2	984	1093
19/07/2021	24,4	24,5	932	1094
22/07/2021	29	25,9	1048	1106
25/07/2021	25,6	25,3	967	1139
26/07/2021	25,5	24,8	955	1147
27/07/2021	24,8	24,3	933	1167
28/07/2021	25,3	24,9	893	1164
29/07/2021	24,4	25,1	936	1154
moy	25.0	24.08	982.1	1111.3

Annexe 06 : Valeurs de la température et conductivité de l'eau brute et l'eau épurée en 2018.

Date	Température		Conductivité	
	EB	EE	EB	EE
05/11/2018	7.06	13.7	952	1092
06/11/2018	8.2	15.8	1101	1047
07/11/2018	15.5	15.2	1055	1119
08/11/2018	8.1	16	1138	1060
11/11/2018	15.4	15.1	1049	1041
12/11/2018	9	16.7	1070	1047
13/11/2018	8.7	15.6	1065	1037
14/11/2018	7.9	17.5	1125	1075
15/11/2018	7.5	16.4	1133	1033
18/11/2018	16.4	16.4	1183	1024
19/11/2018	11.2	15.6	1144	1032
20/11/2018				
21/11/2018	15.7	14.2	1024	1007
22/11/2018	6.9	15.2	1109	1016
25/11/2018				
26/11/2018	16.3	16	1033	955
27.11/2018	17.5	16.2	1013	812
28/11/2018	9.4	14.5	1076	973
29/11/2018	6.2	14.3	1087	983
MOY	11.00	15.55	1079.82	1023.12

Annexe 07 : Valeurs de ph de l'eau brute et épurée pendant la période de stage.

Date	EB	EE
1/7/2021	7.4	7.46
4/7/2021	7.24	7.49
6/7/2021	7.6	7.59
7/7/2021	7.48	7.28
8/7/2021	7.6	7.48
11/7/2021	7.53	7.57
12/7/2021	7.44	7.27
13/07/2021	7.38	6.73
14/07/2021	7.51	7.58
15/07/2021	7.62	7.55
18/7/2021	7.63	7.53
19/7/2021	7.46	7.63
22/7/2021	7.63	7.64
25/7/2021	7.36	7.44
26/7/2021	7.49	7.55
27/7/2021	7.52	7.49
28/7/2021	7.53	7.44
29/7/2021	7.53	7.4
MOYENNE	7.5	7.5

Annexe 08 : Valeurs de ph de l'eau brute et épurée en 2018 novembre.

La date	EB	EE
5/11/2018	8.06	7.01
6/11/2018	7.42	6.93
7/11/2018	7.16	7.06
8/11/2018	8.08	7.26
11/11/2018	7.13	7.21
12/11/2018	7.8	7.11
13/11/2018	7.18	7.13
14/11/2018	7.6	7.94
15.11.2018	7.64	7.03
18/11/2018	7.24	7.24
19/11/2018	7.36	6.93
21/11/2018	7.6	7.48
22/11/2018	7.19	8.02
26/11/2018	7.32	7.12
27/11/2018	6.97	7.42
28/11/2018	7.61	7.19
29/11/2018	7.8	7.12
MOYENNE	7.48	7.27

Annexe 09 : Valeurs de la MES de l'eau brute (EB) et de l'eau épurée (EE) pendant durée de stage.

Date	EB	EE	rendement
4/07/2021	102	76	25.49
6/7/2021	70	84	-20
8/7/2021	246	32	86.99
12/7/2021	158	30	81.01
13/7/2021	152	23	84.86
14/7/2021	43	23	46.51
15/7/2021	62	69	-11.29
18/7/2021	97	26	73.19
19/7/2021	57	52	8.77
28/7/2021	23	19	17.39
29/7/2021	24	23	4.16
MOY	94.0	41.5	55.80

Annexe 10 : Valeurs de mes de l'eau brute et épurée en 2018 novembre.

date	EB	EE	RENDEMENT
5/11/2018	90	10	88.89
6/11/2018	97	12	87.63
7/11/2018	76	3	96.05
8/11/2018	230	3	98.7
11/11/2018	260	3	98.85
12 11/2018	106	7	93.4
13/11/2018	27	5	81.48
14/11/2018	54	14	74.07
18/11/2018	168	22	86.9
21/11/2018	108	8	92.59
27/11/2018	150	13	91.33
29/11/2018	84	10	88.1
MOY	120.83	9.17	92.41

Annexe 11 : Résultats de la DBO5 DCO leur rendement et le rapport DCO /DBO5 en 2018.

date	EB	EE	REND	EB	EE	REND%	K=DCO/DBO5
5/11/2018	60	32	46.67				
6/11/2018	80	18	77.5	140	22	84.29	
8/11/2018	80	34	57.5				
11/11/2018	60	21	65				
12/11/2018	40	15	65.5				
13/11/2018	120	6	95	165	38	76.97	
18/11/2018	220	7	96.82				
19/11/2018	140	3	97.86				
26/11/2018	100	17	83				
27/11/2018	180	17	90.56	593	34	94.27	
MOY	108	17	84.26			89.53	

Résumé : Cette étude vise à traiter les eaux usées urbaines par boues activées pour la ville de Bouira. Dans une première partie ; nous avons défini les eaux usées ; leur origine ; les paramètres physicochimiques ; chimiques et biologiques ; ainsi que les paramètres de pollution dissoute. Dans la deuxième partie ; nous avons abordé les différents procédés et stratégies des eaux usées et nous nous sommes concentrés sur le traitement biologique par boues activées. Dans la troisième section ; nous décrivons brièvement la station de Bouira ; et les différentes étapes du traitement des eaux usées ; une fois arrivée à la station d'épuration et jusqu'à ce que les produits finaux (déchets ménagers, sable, la boue...) passent par divers moyens et appareils : dégrilleur, répartiteur, épaisseur...etc. Dans la dernière partie .nous avons abordé quelques unes des méthodes et du matériel de laboratoire utilisés et discuté des résultats que nous avons obtenus sur les différentes analyses de laboratoire qui ont été réalisées. En raison du démarrage des travaux de la gare en juillet ; fermée depuis 2019. La formation de boues activées demande beaucoup de temps ; pour que les travaux soient bons et que les analyses soient complétées et que les résultats soient interpellants. Ceci explique le manque de certains ou la plupart des analyses de laboratoire et aussi le manque de qualité de l'eau pure.

Mots clés : Boues activées ; Paramètres physicochimiques ; Epuration des eaux usées ; Traitement biologique.

Summary: This study aims to treat urban wastewater by activated sludge for the city of Bouira. In a first portion; we have defined wastewater; their origin; physicochemical parameters; chemical and biological; as well as the dissolved pollution parameters. In the second part; we have explored the different processes and strategies of wastewater and we have focused on biological treatment by activated sludge. In the third section; we briefly describe the Bouira station and the different stages of wastewater treatment; once arrived at the treatment plant and until the final products (household waste, sand, mud, etc.) pass through various means and devices: screen, distributor, thickener, etc. In the last part, we have reviewed some of the methods and laboratory equipment used and discussed the results that we have obtained on the various laboratory analyzes that have been carried out. Due to the start of work on the station in July; closed since 2019. The formation of activated sludge takes a long time; so that the work is good and the analyzes are completed and the results are challenging. This explains the lack of some or most laboratory tests and also the poor quality of pure water.

Keywords: Activated sludge; Physicochemical parameters; Wastewater treatment; Biological treatment.

المخلص: تهدف هذه الدراسة إلى معالجة مياه الصرف الصحي الحضرية بواسطة الحمأة المنشطة لمدينة البويرة. في الجزء الأول ؛ لقد حددنا مياه الصرف الصحي. أصلهم المعلمات الفيزيائية والكيميائية. الكيميائية والبيولوجية فضلا عن عوامل التلوث المذابة. في الجزء الثاني؛ لقد استكشفنا العمليات والاستراتيجيات المختلفة لمياه الصرف الصحي وركزنا على المعالجة البيولوجية بواسطة الحمأة المنشطة. في القسم الثالث؛ وصفنا بإيجاز محطة البويرة والمراحل المختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي ؛ بمجرد وصولها إلى محطة المعالجة وحتى المنتجات النهائية (نفايات منزلية ، رمل ، طين ، إلخ) تمر عبر وسائل وأجهزة مختلفة: غربال ، موزع ، مثخن ، إلخ. في الجزء الأخير ، قمنا بمراجعة بعض الأساليب والأجهزة المخبرية المستخدمة وناقشنا النتائج التي حصلنا عليها من التحليلات المخبرية المختلفة التي تم إجراؤها. بسبب بدء العمل في المحطة في يوليو ؛ مغلق منذ 2019 يستغرق تكوين الحمأة المنشطة وقتاً طويلاً ؛ حتى يكون العمل جيداً ويتم الانتهاء من التحليلات وتكون النتائج صعبة. وهذا يفسر عدم وجود بعض أو معظم الفحوصات المخبرية وكذلك رداءة نوعية المياه النقية.

الكلمات الرئيسية: الحمأة المنشطة؛ المعلمات الفيزيائية والكيميائية معالجة مياه الصرف الصحي؛ المعالجة البيولوجية.