



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2017

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

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Eau, santé et environnement

Présenté par :

Mlle. REMAL Imane
Mlle. GUESSABI Dharifa

Thème

L'évolution de matière volatile sèche (MVS) dans les différentes étapes de traitement de station d'épuration de la ville de Bouira.

Soutenu le : 24/06 / 2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M.elle RAHMOUNI A</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>M.me CHOUIH S</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M^r .DAHMOUNE F</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>M^r .NOUAL Mohamed Z .A</i>	<i>MII</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Co-encadreur</i>

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu : DIEU puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail ;

En premier lieu, nous tenons à exprimer nos remerciements et reconnaissances, les plus distingués, envers notre promotrice **Mme CHOUIH Sihem** qui a accepté d'encadrer notre travail et nous a apporté de précieux conseils pour la réalisation de ce mémoire ;

Nos remerciements s'adressent aux membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons à remercier également notre co-encadreur **Mr NOUAL Z.A** Mouhamed Ingénieur de Fonctionnement, d'avoir accepté examiné ce travail et aussi pour sa Sympathie et son aide durant notre stage. Ainsi qu'à **Mr NOUAL KHITHER M.A** chef de station pour son aide.

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à toute l'équipe de laboratoire, de la station d'épuration de Bouira surtout **Mlle Slimani kahina** et Mlle Aliouche **kahina** qui nous ont apporté une aide efficace et une part active à élaboration de cette étude;

Nos remerciements sont adressés à tout nos professeurs et formateurs à la Faculté des Sciences de la nature et de la vie et science de la terre.

Nous sommes également reconnaissons envers nos collègues du master pour tous les bons moments que nous avons partagés ensemble pendant toute la période de notre formation.

Enfin nous remercierons toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à notre formation et à la réalisation de ce mémoire, et dont les noms ne figurent pas dans ce document. Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression de notre profonde estime et gratitude

Imane et Dharifa

Dédicaces

C'est au nom de DIEU clément et miséricordieux que j'entame ce mémoire de fin d'étude en faisant une dédicace spécialement pour tous ce qui me sont chers.

*A mon cher père, Papa **AMAR***

A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir

Je ne peux pas tout expliquer ici, ce sera trop long, que dieu te garde.

*A ma chère mère, Maman **JOHRA***

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, à celle qui a été là pour moi dans mes moments de moins, dans mes périodes de noirs, entre elle et moi, il y aura toujours plus que ce lien de sang. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit par toi maman, pour mon éducation et mon bien être, que DIEU te bénisse.

*A mon fiancé : **ALI***

Tendre affection pour ton esprit d'abnégation et de tolérance.

*Ce travail est le tien. Qu' **ALLAH** raffermisse notre union.*

Mes chères sœurs

Fatiha ,wardia, Fatima ,Louiza , Meriem, Aldja .

et surtout les fleurs (fairoz, Merieme, Rahile)

Mes chers frères

Moussa, wanasse, Sadek, Nassar , Ahmed , Farhat et surtout (A Djawad et Marwane)

A ma grande famille qui est intéressée par mon succès.

Aux personnes qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amies, collègues d'étude, et sœurs de cœur, à savoir, ma binôme,

Imane, .

DHARIFA

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

ALI et HOURIA.

Que j'espère toujours rester
fidèle aux valeurs morales qu'ils
m'ont appris.

A toutes mes sœurs et Mes frères

A tous mes amies et mes

Collègues.

IMANE

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.1. Définition.....	3
I.2. nature et l'origine	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques	3
I.2.2. Les eaux pluviales	3
I.2.3. Les eaux usées urbaines	3
I.2.4. Eaux usées industrielles	4
I. 3. Les principaux analyses effectuées sur les eaux usées.....	4
I.3.1.Matière en suspension	4
I.3.2.Analyse en oxygène.....	5
I.3.3.Azote (N) et Orthophosphate (PO ₄).....	5
I.3.4.Turbidité	5
I.3.5 .L'odeur	6
I.3.6. La Couleur	7
I.3.7. Les microorganismes.....	7
I.4. Effets des eaux usées sur le milieu récepteur	7
I.5.la réutilisation des eaux usées	8
I.6. L'équivalent habitant (EH)	8
I.7. Systèmes d'assainissement	8
I.7.1. Le système unitaire.....	8
I.7.2. Le système séparatif	9

Chapitre II : Généralité sur les boues

II.1. l'origine des boues	10
II.1.1. Des eaux industrielles	10
II.1.2. Les eaux usées domestiques.....	10
II.2. Les principales caractéristiques des boues	10
II .2.1.Les matières organiques	10
II.2.2.Les matières en suspension	10
II. 3.Principales étapes de traitements des boues.....	12
II.3.1. L'épaississement.....	13
II.3.1.1. L'épaississement statique gravitaire	13
II.3.1.2. L'épaississement dynamique (flottation, égouttage, centrifugation.....	13
II.3.2. La stabilisation.....	13
II .3.3. La déshydratation.....	14
II.3.4. Séchage	15
II.4. Les type des boues	15
II.5. Valorisations des boues	16

Chapitre III Matériels et Méthode

III.1.1.Présentation de l'entreprise d'accueil	17
III.1.2.Rôle de la STEP	20
II.1.3.Les procès de traitement de déférentes étapes.....	21
III.1.3.1.prétraitement.....	21
III.1.3.2.bassin d'aération (biologique).....	23
III.1.3.3.désinfection :(activité au chômage).....	25

III.2. Matériels et Méthode	28
III.2.1. Les paramètres physico-chimiques.....	28
III.2.1.1. Potentille d'hydrogène (pH) et Température T (°c)	29
III.2.1.2. Conductivité.....	30
III.2.2. Mode opératoire de la détermination la quantité de MES, MS, MVS, IB, V ₃₀ , la Siccité	31
III.2.3. Les paramètres chimique.....	37
III.2.1. Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO)	37
III.2.2. Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	41

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Les paramètres physico-chimiques.....	43
IV.2. Les résultats d'analyses de bassin d'aération (les moyennes de deux lignes).....	50
IV.3. les résultats d'analyses des MVS, MS, MVS% au niveau de trois bassins (Boue de retour, Epaisseur, Stabilisateur).....	53
Conclusion.....	58
Liste bibliographie	

Liste de Tableaux

Tableau n°1 : l'objectif de traitement(STEP).....	20
Tableau n°2 : Les caractéristiques de conception (valeur nominale)(STEP).....	21
Tableau n°3 :les quantités de réactif de l'échantillonnage(STEP).....	39
Tableau n°4 : les quantités de réactif(STEP).....	41
Tableau n°5 : le guide de volume de la DBO et DCO(STEP)	42
Tableau n°6 : Analyses du pH de l'eau brute et épurée.....	43
Tableau n°7 : Analyse de la Température de l'eau brute et épurée.....	44
Tableau n°8 : Valeurs de la conductivité de l'eau brute et épurée.....	45
Tableau n°9 : analyses du MES de l'eau brute et épurée	46
Tableau n°10 : analyses du la DBO ₅ de l'eau brute et épurée.....	47
Tableau n°11 : analyses du DCO de l'eau brute et épurée	48
Tableau n°12 : Les résultats d'analyses de bassin d'aération	50
Tableau n°13 : les résultats d'analyse de boue.....	53
Tableau n°14 : les résultats d'analyse des moyennes de MS et MVS.....	56

Liste de figure

Figure n°1 : schéma de Cartes de localisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bouira (Google earth) (STEP).....	19
Figure n°2 : Chambre d'arrivée (STEP)	21
Figure n°3 : Dégrilleur grossier (STEP).....	22
Figure n°4 : Dégrilleurs fins (STEP).....	22
Figure n°5 : Dessableur/déshuileu(STEP)	23
Figure n°6 : Laveuse de sable (STEP).....	23
Figure n°7 : Répartiteur.....	23
Figure n°8 : Bassins d'aération(STEP).....	24
Figure n°9 : Clarificateur (STEP)	24
Figure n° 10 : Chicanes désinfection(STEP)	25
Figure n°11 : Station dosage (STEP)	26
Figure n°12 : Epaisseur(STEP)	26
Figure n°13 : Stabilisation aérobie des boues (STEP)	27
Figure n° 14 : Déshydratation mécanique(STEP)	28
Figure n° 15 : Déshydratation en lit de séchage(STEP).....	28
Figure n°16 : Eau brute (photo prise par les auteurs)	29
Figure n°17 :Eau épurée (photo prise par les auteurs prise par les auteurs)	29
Figure n°18 : pH mètre (photo prise par les auteurs)	30
Figure n°19 : Conductimètre.....	31
Figure n°20 : répartiteur (photo prise par les auteurs).....	31
Figure n°21 : boues épaisseurs (photo prise par les auteurs)	32

Figure n° 22: boues stabilisateurs (photo prise par les auteurs)	32
Figure n°23 : filtre à bande(STEP).....	32
Figure n°24 : Rampe de filtration + pompe à vide (photo prise par les auteurs)	33
Figure n°25 : une balance (photo prise par les auteurs)	34
Figure n°26 : un étuve (photo prise par les auteurs)	34
Figure n°27 : un dessiccateur (photo prise par les auteurs)	35
Figure n°28: Centrifugeuse (photo prise par les auteurs)	35
Figure n°29 : un four(photo prise par les auteur)	36
Figure n°30 : Digesteur DCO(STEP).....	39
Figure n° 31 : Incubateur DBO + Oxitop(STEP).....	42
Figure n°32: Evolution du pH de l'eau brute et épurée	43
Figure n°33 : Evolution du la Température de l'eau brute et épurée.....	44
Figure n° 34: Evolution du la conductivité de l'eau brute et épurée	45
Figure n°35 : Evolution du MES de l'eau brute et épurée.....	46
Figure n°36 : Evolution du de DBO ₅ de l'eau brute et épurée.....	47
Figure n°37 : analyse de la DCO de l'eau brute et épurée.....	49
Figure n°38 : Evolution du V ₃₀ et IB de l'eau brute et épurée.....	51
Figure n° 39 : Evolution du MS et MVS de l'eau brute et épurée.....	52
Figure n°40 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue.....	54
Figure n°41 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue	54
Figure n°42 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue.....	55
Figure n° 43: Evolution du MS et MVS, au niveau de quatre bassins.....	56
Figure n°44: Evolution de la siccité.....	57

Liste des abréviations

A : âge des boues

CET : Centre d'enfouissement technique .

COT : Carbone total organique.

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

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

EE : eau épurée .

EB : eau brute.

EH : l'équivalent habitant.

ERU :eau résiduaire urbaines

H₂S : hydrogène sulfureux

IB : indice de boue

Im : Indice de Mohlman (mg/l).

K: constatant de la biodégradabilité.

MA : matière azoté

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MS : matière sèche (mg/l).

MO: matière oxydable.

MP : matière phosphorées.

MVS : matière volatile sèche (mg/l).

OMS : organisation mondial de la santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

STEP: Station d'Epuration.

SF : seuil fixé.

V N : valeur nominale.

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturel stratégique, elle joue un rôle fondamentale sur terre[1]. Elle présente une grande quantité, Bien que nous la buvions et que nous l'utilisons pour laver, pêcher ou cuisiner, nous oublions presque toujours la relation spéciale qu'elle a avec nos vies [2].

Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent, l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets issus des utilisations domestiques et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menaçant la qualité de l'environnement dans son ensemble [3].

La qualité de l'eau doit être régulièrement contrôlée, aussi bien l'eau que l'on boit que l'eau que l'on rejette. Cependant, les lois en vigueur et les technologies d'épuration doivent encore évoluer pour répondre à l'évolution des styles de vie, car avec de nouveaux polluants arrivent de nouveaux dangers aussi bien pour les écosystèmes aquatiques que pour l'homme [4].

Pour réduire cette pollution on réalise les stations d'épurations des eaux usées ; L'efficacité d'une station d'épuration des eaux usées se mesure classiquement par la qualité de ses rejets dans les milieux aquatiques.

En ce qui concerne la charge polluante et le bon fonctionnement des ouvrages d'épuration, on a choisi la station d'épuration de Bouira comme exemple dans le cadre de notre projet de fin d'étude. Dans ce sens, la question se pose sur le rôle environnemental et social que joue la station d'épuration de Bouira par rapport à la qualité et la quantité de l'eau qu'elle reçoit de façon importante et continue ; d'autre part, et au niveau de la station, nous posons une autre question sur la qualité de la boue à la fin du procédé qui est conditionnée par le bon fonctionnement de la station et qui conditionne, à son tour, le destin et l'utilisation de cette boue.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et l'efficacité des procédés de STEP de la ville de Bouira via le suivi des MVS(Matière volatile sèche) et d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO(demande chimique en oxygène, DBO₅(demande biologique en oxygène pendant 5 jour)), les MES(matière en suspension) la conductivité, le PH et la Température de l'eau.

INTRODUCTION

Pour mieux mettre en évidence ces objectifs, nous avons organisé ce travail en quatre chapitres :

- le premier et le deuxième chapitre sont réservés aux généralités sur les eaux usées, et l'autre sur la boue ;
- le troisième chapitre concerne la présentation de lieu de stage et matériel et méthode ; ainsi que le quatrième chapitre qui englobe les résultats, leur interprétation et leur discussion ;
- Ce travail est clôturé par une conclusion générale.

I.1 Définition

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels ; Autrement dit, l'eau résiduaire regroupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés, c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles)[5].

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée, elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux (H₂S) dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution [6].

I.2. nature et l'origine

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Ce sont les eaux de la cuisine, de la salle de bain, des toilettes ...etc. Elles sont particulièrement porteuses de pollution organique, composées de graisses, détergents, solvants, déchets organiques azotés ou encore de différents germes [7].

I.2.2. Les eaux pluviales

Elles sont issues du ruissellement de l'eau de pluie, et peuvent provoquer des pollutions importantes des cours d'eau. L'eau de pluie englobe les impuretés de l'air et ruisselle sur des surfaces terrestres contenant des résidus d'hydrocarbures, de métaux lourds, d'huiles...etc. [8].

I.2.3. Les eaux usées urbaines

Elles comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage et de lavage des voies publiques). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents,...)[9].

I.2.4. Eaux usées industrielles

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent des grandes variations, elles dépendent de multitude de paramètres types de l'industrie, de la production, du nettoyage, des différentes étapes du procédé industriel, de l'état des appareils,... Par ailleurs, il existe des caractéristiques communes entre les effluents de la même industrie. En termes de volume et type de polluants, les effluents industriels présentent le plus souvent une charge importante de risque de dysfonctionnement structurel et fonctionnel des réseaux d'assainissement et de dispositifs de traitement des eaux usées. Ces risques sont d'autant plus grands que les industries sont localisées en amont du réseau d'assainissement [11].

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

- Les métaux toxiques,
- Les toxines organiques,
- Les matières colorées,
- Les huiles et graisses,
- Les sels,
- La pollution organique [11].

I. 3. Les principales analyses effectuées sur les eaux usées

La composition des eaux usées est extrêmement variable, en fonction de leur origine industrielle ou domestique. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes.

La composition des eaux usées s'analyse par le biais de diverses mesures physiques, chimiques et biologiques. Les analyses les plus fréquentes comportent des mesures de déchets solides, DBO5, DCO et du pH [11].

I.3.1. Matière en suspension

C'est la masse de matières insolubles ou colloïdales retenues par filtration quantitative ou séparées par centrifugation, elles s'expriment en milligramme par litre. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et, souvent, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [10].

I.3.2. Analyse en oxygène

a. La Demande Biochimique En Oxygène (DBO)

Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présente dans l'eau, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours. C'est la DBO₅, demande biochimique en oxygène sur cinq jours. Exprimée en mg d'oxygène par litre [12].

b. La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle correspond à la quantité d'oxygène en mg/l consommée pour dégrader l'ensemble des matières organiques à l'exception de quelques composés qui ne sont pas oxydés. Elle permet aussi de caractériser la pollution globale d'une cours d'eau par des composés organiques [7] [13].

C. Carbone Organique Totale (COT)

Le COT représente la teneur en carbone liée à la matière organique, et repose sur une mesure par une sonde à capteur infrarouge non dispersif, du CO₂ émis après oxydation complète des matières organiques (généralement oxydation thermique à haute température (de 800 à 1200 °C) [14].

I.3.3. Azote (N) et Ortho-phosphate (PO₄)

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc.) [15].

I.3.4. Turbidité

C'est une mesure d'intensité lumineuse transmise à travers un liquide tenant à la présence plus ou moins importante des matières en suspension d'origine minérale ou organique [16].

I.3.5. L'odeur

Les eaux usées chargées en matières organiques particulières et dissoutes peuvent induire directement ou indirectement par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues) à la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement [17].

I.3.6. La Couleur

C'est un paramètre organoleptique lié à la présence d'éléments dissous ou à l'état colloïdal tel que les composés humiques, les métaux ou les déchets de différents types. Les eaux naturelles sont généralement bleues ou vertes ou brunes à cause des particules en suspension qui réfléchissent la lumière. Lorsque l'eau contient des traces appréciables de matières organiques, elle a tendance à prendre une teinte jaunâtre. Des traces de fer peuvent aussi apporter une teinte jaune, et des traces de cuivre par exemple dans une piscine, peuvent apporter une teinte bleue. Le plus souvent, la couleur n'a par elle-même, aucune incidence sur la qualité de l'eau : elle est généralement éliminée par les traitements tels que la floculation, la chloration, l'ozonation [18].

I.3.7. Les microorganismes

Les microorganismes sont naturellement présents dans les eaux usées et s'y développent en condition aérobie ou anaérobie [5] :

- En condition aérobie (eaux aérées): le carbone et l'azote organique sont biodégradés et se retrouvent sous forme de dioxyde de carbone (CO_2), gaz méthane (CH_4) et de biomasse. L'azote ammoniacal est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates (nitrification).

- En condition anaérobie (à l'abri de l'air), ou en milieu réducteur : les nitrates (NO_3^-) sont réduits en azote gazeux (N_2) (dénitrification) en présence d'un donneur d'électrons qui est soit le carbone organique encore présent dans l'eau brute, soit une source de carbone ajoutée telle que le méthanol ou un acétate.

Les microorganismes (Bactérie, Virus, Champignon, Protozoaire) ont besoin de sources d'énergies qui sont : le carbone (organique ou minéral) et les nutriments (organiques ou

inorganiques). Ainsi, les microorganismes transforment la pollution organique biodégradable en composés inorganiques (biodégradation en CO_2 , NO_3^- , NO_2^- , CH_4 , H_2). Deux types de pollutions organiques se distinguent : la pollution primaire ou macropollution (carbonée, azotée et phosphorée), de l'ordre de plusieurs centaines de mg/L et la micropollution qui correspond aux substances contenues dans les eaux usées à des concentrations de l'ordre du nanogramme au microgramme par litre[8].

I.4. Effets des eaux usées sur le milieu récepteur

On les observe dans plusieurs milieux, notamment dans les mers et les rivières où s'observent parfois des marées noires ou encore la mort de poissons, suite à l'intoxication dues aux lessives ou à des rejets industriels. En effet, quand les eaux résiduaires contiennent des huiles ou des graisses, la formation de films peut s'opposer à l'accès de l'oxygène dans les cours d'eau et provoquer des effets d'intoxication sur les microorganismes et les poissons. Les huiles et les graisses végétales et animales peuvent être assez facilement dégradées par voie biochimique mais c'est le contraire pour les huiles et les graisses minérales. Des effets toxiques sur les microorganismes et les poissons peuvent également être provoqués par des déversements d'eaux résiduaires industrielles contenant des tannins, des goudrons ou des colorants. D'une manière générale, diverses substances toxiques, minérales ou organiques, peuvent être contenues dans les eaux résiduaires industrielles qui peuvent détruire la faune des rivières ou mettre en question l'utilisation de l'eau des rivières pour l'alimentation humaine.

En Algérie, les eaux usées sont généralement déversées à l'état brut, soit directement à la mer, soit vers les oueds avec dans les deux cas des problèmes de pollution biologique et chimique. Les cours d'eau fortement pollués traversent ou passent à proximité d'agglomérations urbaines et de zones industrielles majeures (oued EL-HARRACH à ALGER, oued SOUMMAM à BEJAIA, oued RHUMEL à CONSTANTINE, oued SEYBOUSE à ANNABA), causant ainsi beaucoup de problèmes sanitaires et d'insalubrité aux riverains. Les oueds véhiculent de fortes charges polluantes et leur capacité de dilution et d'autoépuration ne suffit plus à résorber la charge polluante. Ils se sont transformés, pour la plus part, en égouts à ciel ouvert, notamment en été où leur débit baisse naturellement [10].

I.5. la réutilisation des eaux usées

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

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

La réutilisation indirecte concerne l'évacuation dans des eaux réceptrices (eaux de surface ou nappe souterraine) d'un effluent qui est ensuite assimilé puis prélevé en aval, ce qui ne correspond pas à une réutilisation directe planifiée de l'eau [19].

I.6. L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 litres d'eau par jour [19].

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90g 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 [3].

I.7. Systèmes d'assainissement

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont :

- Le système unitaire ;
- Le système séparatif.

I.7.1. Le système unitaire

Dans le système unitaire, les eaux pluviales et les eaux usées urbaines sont évacuées dans la STEP par une canalisation commune. L'avantage de ce système est le coût plus faible que le séparatif pour la gestion des connections vers la STEP. L'inconvénient est que le dimensionnement des canalisations doit être suffisamment important pour éviter les inondations et permettre d'évacuer un débit pluvial important au moins jusqu'au bassin d'orage.

De plus, lors d'évènements pluvieux importants dans un tel système, le volume d'eau drainé vers la STEP peut devenir trop important et ainsi dépasser la capacité de celle-ci.

Le trop-plein, composé d'eaux usées et d'eaux de ruissellement, est détourné vers le déversoir d'orage puis est traité partiellement, soit directement rejeté dans le cours d'eau récepteur provoquant une pollution ponctuelle du milieu récepteur. La dilution des eaux usées avec les eaux de pluie a un effet sur l'efficacité du traitement.

I.7.2. Le système séparatif

Dans le système séparatif, l'évacuation des eaux usées urbaines (ménages privés, artisans et industries) se fait dans une canalisation distincte de celle des eaux pluviales. Ces dernières sont rejetées directement dans le récepteur aquatique sans passer par la station d'épuration.

Le système séparatif permet de pallier aux problèmes de surcharge de la STEP lors d'évènement pluvieux [3].

II.1. L'origine des boues

Les boues de la station sont des boues résiduelles, qui résultent du traitement des eaux usées en aval. Ces boues peuvent être de différentes origines :

II.1.1. Des eaux industrielles : qui peuvent contenir des matières organiques (des effluents d'abattoirs ou de fermentations), et inorganiques (composés toxiques, métaux lourds, etc.)

II.1.2. Les eaux usées domestiques : produisent des boues décantables (boues de traitement primaire) caractérisées par de mauvaises odeurs et un pourcentage en eau de 94 à 98% et 1,5 à 2,5% de matières solides.

Les boues sont produites par une simple décantation des matières en suspension (MES) contenues dans les eaux usées. 70% des MES peuvent ainsi être retenues.

Les Boues secondaires contenant particulièrement un film microbien sont plus stabilisées que les boues primaires avec 6 à 8% de matières sèches [20].

II.2. Les principales caractéristiques des boues

❖ **Siccité :** Les boues sont constituées d'eau et de matières sèches. La siccité est le pourcentage massique de matière sèche. Ainsi une boue avec une siccité de 10 % présente une humidité de 90 % [20].

Les boues liquides : siccité de 0 à 10 % ;

Les boues pâteuses : siccité de 10 à 25% ;

Les boues solides : siccité de 25 à 80% ;

Les boues sèches : siccité supérieure à 80% .

II.2.1. Les matières organiques

La connaissance de la composition élémentaire de la boue en terme de C, H, O, N, S (Carbon, Hydrogène, Oxygène, Azote, Soufre) permet de déterminer l'aptitude d'une boue à être dégradée biologiquement (digestion anaérobie avec production de biogaz) ou thermiquement (incinération) par écriture de la stœchiométrie de dégradation. Elle est exprimée par rapport aux matières dégradables, uniquement si l'on s'intéresse à la stabilisation biologique c'est-à-dire une boue biologique [21].

II.2.2. Les matières en suspension

Matières En Suspension (MES) : les MES représentent l'ensemble des matières solides et colloïdales floculées, organiques ou minérales, contenues dans une eau usée et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation [22].

❖ **Matières volatiles sèches (MVS)**

La matière sèche est constituée de matières minérales et de matières organiques qui sont appelées matières volatiles sèches [20]. Cette partie organique comprend les particules de

biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution biologique [22]. La concentration en MVS est un taux par rapport à la matière sèche totale.

D'une manière générale, il s'agit de la mesure de la MVS mesurée à partir des MS, on a :

$$\begin{aligned}MS &= MES + \text{Matières dissoutes} = \text{Matières organiques} + \text{Matières minérales} \\MS &= \text{Matières volatiles} + \text{Matières minérales} [20].\end{aligned}$$

Le suivi de ce taux permet de connaître la stabilité d'une boue, plus le taux de MVS est faible, plus la boue est facile à épaissir ou à déshydrater et plus son exo-thermicité en incinération est faible. Il reste alors dans le creuset les sels minéraux sous forme de cendres [23].

❖ **Viscosité**

Les boues fraîches, dont la concentration dépasse rarement 10 à 15 g/l, ont un comportement newtonien. Quand la teneur en matière sèche (MS) prend des valeurs plus importantes, la boue adopte un comportement généralement fluidifiant et modélisable [21].

❖ **Granulométrie**

Idéalement, la valeur du diamètre particulaire permettrait de connaître, d'après la loi de Stokes, l'aptitude d'une boue à épaissir. La distribution granulométrique d'une boue est cependant difficile et longue à mesurer. Les rares mesures effectuées montrent en outre une forte dispersion autour du diamètre moyen [21].

❖ **Age des boues**

L'âge des boues (A) est un paramètre important de suivi des stations d'épuration par les boues activées, car il est directement lié au rendement d'épuration du réacteur. C'est le rapport entre la masse de boues présentes dans l'aérateur et la quantité de boues extraites (donc produites) par jour. L'âge des boues est donné par : $A = X / \Delta X / \Delta t$ [24]

A : âge de boue ;

X : la masse de boue présente dans l'aérateur ;

ΔX : la quantité des boue produit ;

Δt : le temps exprimé par jour.

❖ **Indice de MOLHMAN**

Il mesure la décantabilité de la boue, c'est le volume occupé par une gramme de boue après 1/2 heure de décantation. Il est donné par :

$$I_m = V/P$$

I_m : Indice de Mohlmane ;

V : volume décantée après 1/2 heur ;

P : la quantité de matière en suspension décantée exprimé en g/l

Généralement, les boues sont bien décantables pour $80 < Im < 150$

Si $Im \sim 80$; la décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables

Si $Im \sim 150$: la décantation est très lente.

Les variations de l'indice de Mohlman en fonction de la charge massique pour une température de 20°C , indique qu'il existe toujours un point de fonctionnement pour lequel cet indice atteint sa valeur minimale garantissant un fonctionnement convenable de la station[24].

II. 3.Principales étapes de traitements des boues

Quel que soit le mode d'épuration des eaux, les boues sont initialement constituées d'eau (99%), de matière organique fraîche très fermentescible, et des matières minérales dissoutes ou insolubles. La matière organique qui représente 35 à 85 % de la matière sèche est constituée essentiellement de cadavres de bactéries et leurs substances toxiques.

Selon le but de leur utilisation, des traitements complémentaires leur sont appliqués pour :

□ Réduire leur teneur en eau est ceci dans le but de réduire leur volume et d'éviter la putréfaction de la matière organique facilement décomposable.

- Stabiliser la matière organique en diminuant sa fermentescibilité pour réduire au moins et supprimer les mauvaises odeurs ; Pour les hygiéniser nécessaire en détruisent les micros organismes pathogènes. [25]

- Boues activées : Les boues activées sont utilisées comme épurateur biologique dans le traitement des eaux usées. La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes flocculant, est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins : bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire [26].

II.3.1. L'épaississement

Première étape du traitement des boues, l'épaississement réduit le volume et concentre la matière en suspension. Pour une boue activée, la concentration moyenne de la liqueur mixte est de l'ordre de 5 g/l, de 10 g/l au niveau des boues extraites du clarificateur, et, après épaississement, de l'ordre de 20 à 100 g/l.

Plusieurs types d'épaississement sont à distinguer :

II.3.1.1. L'épaississement statique gravitaire

Cette technique est utilisée principalement pour les boues primaires ou de forte charge. L'ouvrage peut être équipé d'un pont racleur afin d'améliorer le fonctionnement, c'est alors un procédé très économique (1 à 7 kWh/T de MS).

L'épaississeur statique est un ouvrage circulaire, en général en béton avec une pente du radier comprise entre 10 et 20 % (jusqu'à 25 % pour les boues de papeteries) et une hauteur cylindrique de 4 à 5 m. Le dimensionnement repose à la vitesse de chute dépend de la concentration locale et, en général pour les ERU :

- boues primaires : 40 à 80 kg MS/m²/j

- boues biologiques : 25 kg/m²/j

- et Vitesse < 0.25 m/h

A signaler qu'il est possible d'ajouter chlorure ferrique ou polymère pour améliorer le rendement. Cette technique présente cependant par rapport à d'autres certains inconvénients : temps de séjour long, relargage en anaérobie du phosphore total, dégazage des boues....[27].

II.3.1.2. L'épaississement dynamique (flottation, égouttage, centrifugation)

Biofiltration (concentration de l'ordre de 2 à 8 g/l maxi), en général pour des installations de moyenne et grosse importance (>40 000 Eq.Hab). Elle présente plusieurs avantages, faible emprise au sol : 4 fois moins de place qu'un épaississement statique, meilleur rendement d'épaississement ~ 60 à 200 mg/l dans le surnageant, contrôle des odeurs car le milieu est aéré. Il existe 2 techniques car la flottation peut être directe ou indirecte. En flottation directe, la boue est directement pressurisée et, en indirecte, l'eau clarifiée (eaux blanches) des sous verses est pressurisée puis détendue dans un mélange eau plus boue avant admission dans l'ouvrage. Il y a donc recyclage de l'eau traitée et la boue peut être soit admise dans vitesse du pont : 4 cm/s (et 18 cm/s en papeterie) [27].

II.3.2. La stabilisation :

Comme son nom l'indique, cette technique induit la stabilisation du caractère fermentescible des boues, en dégradant les matières organiques ou en bloquant les réactions. Elle jouit d'avantages majeurs tels que la valorisation énergétique du biogaz produit lorsque la stabilisation s'effectue par voie anaérobie. On distingue, en effet, différents procédés de stabilisation : par voie aérobie, anaérobie, et chimique.

La stabilisation par voie aérobie peut se faire dans des bassins d'aération. Le compostage est également un procédé de stabilisation par voie aérobie, le procédé s'effectue en deux étapes majeures : la première durant laquelle la matière organique fraîche est dégradée à hautes températures (50 à 70 °C) sous l'action de bactéries. Cette élévation de température est essentiellement d'origine biologique due à l'activité microbienne ; la deuxième phase dite de maturation est une phase de dégradation moins soutenue. C'est après la phase de maturation que le compost peut être utilisé comme amendement pour les sols. Le fait de transformer les boues en compost permet de limiter les nuisances olfactives et de changer l'aspect des boues en de conventionnels terreaux.

La stabilisation par voie chimique est également employée et se réalise par chaulage. Contrairement au compostage, le chaulage ne transforme pas la matière organique mais bloque toute évolution des boues par augmentation du pH. Les boues sont ainsi déshydratées et stabilisées (blocage de tous les micro-organismes provoquant l'arrêt des fermentations et l'émission de mauvaises odeurs). Par ailleurs, le chaulage ne modifie pas le caractère nutritif des boues pour le sol.

La digestion anaérobie est particulièrement intéressante pour les STEP de moyenne et grande capacité puisque la quantité de biogaz produite et revalorisable n'en sera plus qu'importante.

Comme son nom l'indique, la digestion anaérobie permet la digestion de l'essentiel de la matière organique contenue dans les boues, à l'exception de quelques végétaux récalcitrants, tel que la lignine qui en l'absence d'oxygène est difficilement dégradable.[28] elle consiste à favoriser le développement des bactéries méthanifères qui agissent en anaérobie sur la matière organique en la décomposant en produisant le méthane, ce procédé peut être important pour certaines cultures lorsqu'on prévoit l'utilisation agricole.

La stabilisation non biologique ou chimique comporte la pasteurisation, et le traitement à la chaux. La pasteurisation consiste à l'injection de vapeur à une température de 80 °C durant 30 min Les boues sont désinfectées mais non stérilisées [29].

II .3. 3. La déshydratation

La déshydratation est une étape de réduction de volume d'eau également, mais encore plus poussée que l'épaississement. Au moyen de centrifugeuses, filtres-presses ou des filtres à bandes, la siccité, c'est-à-dire la teneur en matières sèches des boues est augmentée. Selon les techniques utilisées, elle varie de 15 à 20%, au terme de cette étape [29].

II.3.4. Séchage

Le séchage est une opération unitaire du traitement des boues consistant à évaporer l'eau dans les boues traitées. Le séchage thermique vient obligatoirement après une étape de déshydratation, mais la technique du lit de séchage ne nécessite pas de déshydratation préalable [29].

II.4. Les type des boues

Boues traitées : boues ayant fait l'objet d'un traitement physique, biologique, chimique ou thermique, par entreposage à long terme ou par tout autre procédé approprié de manière à réduire, de façon significative leur pouvoir fermentescible et les risques sanitaires liés à leur utilisation. Le traitement des boues avant épandage est obligatoire. Toutefois, il peut être dérogé à l'obligation de traitement lorsque les deux conditions suivantes sont simultanément remplies :

- matières de vidange ou boues de petites stations (< 120 kg DBO5/j),
- boues enfouies immédiatement après épandage.

Boues solides : boues déshydratées qui, entreposées sur une hauteur de 1 mètre, forment une pente égale au moins à 30°.

Boues stabilisées : boues qui ont subi un traitement de stabilisation.

❖ **Stabilisation** : traitement qui conduit à une production de boues dont la fermentation est soit achevée, soit bloquée entre la sortie du traitement et la réalisation de l'épandage. La notion de stabilisation renseigne sur le niveau d'odeur de la boue (absence d'odeur, ou odeur faible, moyenne, forte). A noter qu'une boue peut être traitée, tout en n'étant pas stabilisée au sens défini ci-dessus (circulaire du ministère de l'environnement du 16 mars 1999).

Boues hygiénisées : boues qui ont subi un traitement qui réduit à un niveau non détectable les agents pathogènes présents dans les boues. Une boue est considérée comme hygiénisée quand les concentrations suivantes sont respectées :

- o Salmonelles < 8 NPP/10 g MS
- o Entérovirus < 3 NPPUC/10 g MS
- o Œufs d'helminthes pathogènes viables < 3/10 g MS
- o (NPP : nombre le plus probable - NPPUC : nombre le plus probable d'unités cytopathiques)

Seule l'analyse des coliformes thermotolérants est demandée tous les 15 jours pendant la période d'épandage, en faisant référence aux valeurs obtenues lors du contrôle de mise en service du dispositif d'hygiénisation[29].

II.5. Valorisations des boues

Comme la valorisation des boues d'épuration dans l'agriculture – avec ses conséquences possibles, telles qu'atteintes aux sols, risques pour la santé ou dégradation de la qualité des aliments – était sérieusement remise en cause aux plans scientifique et socio-politique, le Conseil fédéral a finalement révisé l'ordonnance sur les substances. Celle-ci stipule que les boues d'épuration ne peuvent être utilisées comme engrais sur des surfaces maraîchères et fourragères depuis le 1er mai 2003. Mais un délai de transition jusqu'en 2006 est prévu pour les autres terrains fertilisables. Les cantons peuvent prolonger ce délai de deux ans au maximum. L'ordonnance sur les substances prévoit d'autres exceptions pour les résidus provenant de petites stations d'épuration. En promulguant cette réglementation, le Conseil fédéral applique le principe de précaution aux domaines de la protection de la santé et des sols[29].

Comme les boues d'épuration ne peuvent plus être recyclées sous forme d'engrais à partir de 2006, elles doivent être incinérées dans des installations appropriées ou traitées par un autre procédé thermique respectueux de l'environnement conformément à l'ordonnance sur le traitement des déchets[29].

L'ordonnance sur la protection des eaux, les cantons doivent établir un plan d'élimination des boues d'épuration. Ce plan définit au moins :

- le mode d'élimination des boues pour chaque station centrale d'épuration;
- les mesures à prendre pour l'élimination envisagée, y compris la construction et la transformation des installations servant à l'élimination des boues et le calendrier de ces mesures [29].

L'évaluation de la qualité des eaux usées traitées au niveau de la STEP de la ville de Bouira est recommandée, et sera effectuée par le biais d'un ensemble de paramètres physicochimiques : pH, Température, Conductivité, MES, DBO, DCO qu'est comparé avec les seuils fixés de la STEP (Tableau n°1) (norme de rejet OMS) et l'étude sur l'évolution des boues par des principaux paramètres suivant : V_{30} (volume décanté après 30 min), MVS et MS, IB dans les différents bassins .

ce qui concerne l'objectif de cette étude qu'est consisté à évaluer les rendements et l'efficacité des procédés d'épuration de la station via le suivi des MVS et d'élimination de la charge polluante des eaux usées. après avoir prélevé et conservé les échantillons selon les conditions requises pour les eaux usées, les analyses ont été effectuées selon les protocoles préconisés[31].

III.1.1. Présentation de l'entreprise d'accueil

La station d'épuration de la ville de Bouira est une filiale de l'ONA (office national d'assainissement), cette station est réalisée par une entreprise allemande PASSAVANT RODIGER .

Cette nouvelle station d'épuration a un débit nominal $25840\text{m}^3/\text{J}$ ET 130000 Equivalent-Habitats(EH) recueille les eaux usées urbaines et pluviales de la ville de Bouira.

Elle a été réalisée dans le but de protéger le barrage Tilesdit qui est la source principale d'irrigation et d'alimentation en eau potable de la ville de Bouira.

- Présentation de l'unité de Bouira

L'unité de BOUIRA a été créée le 25 Juin 2006 et siège à la Rue ABERKANE HAMMOUCHE. 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, Sour El Ghozlane et Lakhdaria[30].

Localisation de la station

La station est située dans une zone rurale dite ROMITA à coté du Oued Hous à 1,5 Km du chef lieu de la commune de Bouira.

Elle est délimitée par :

- **Au Nord**, Ras Bouira
- **Au Sud**, Oued Hous, l'autoroute Est Ouest, la RN5 et le chemin de ferre
- **A l'Est, les habitations des ROMITA**
- **A l'Ouest**, La ville de Bouira

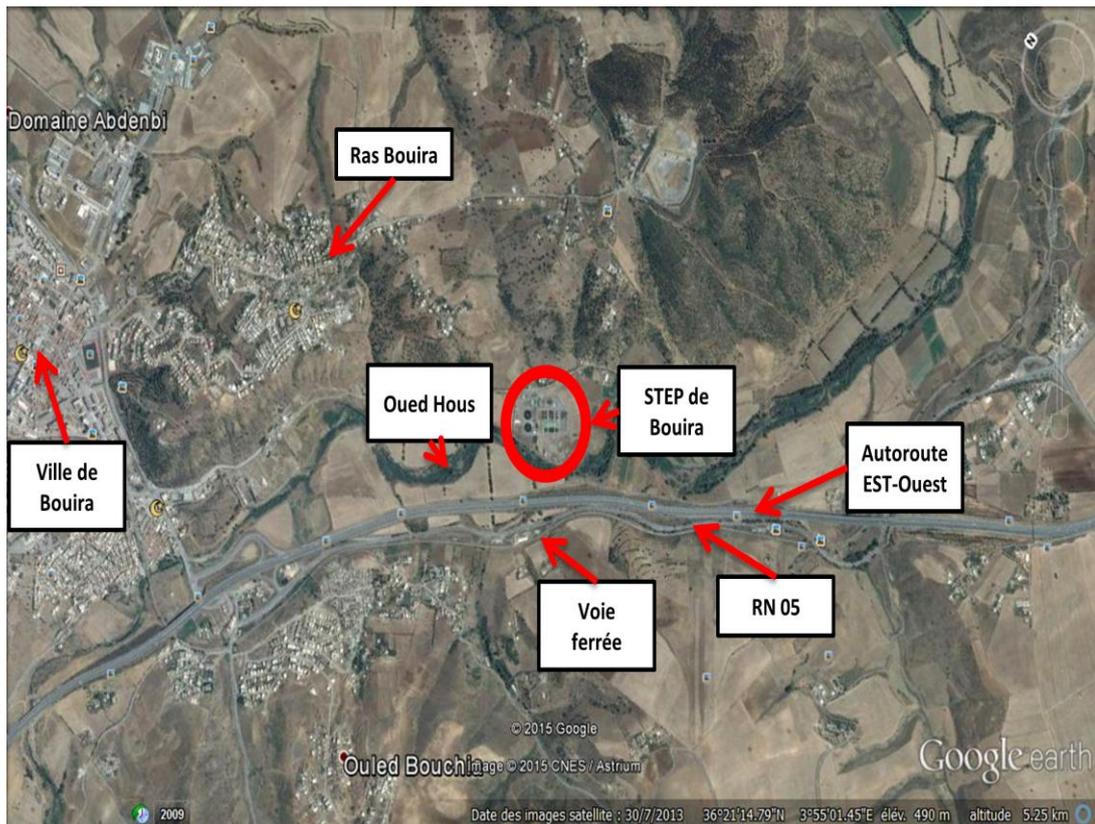


Figure n°1 : schéma de Cartes de localisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Bouira. (Google earth) .

III.1.2. Rôle de la STEP

Cette station est basé pour la :

- protection du barrage(Tilesdit) et la protection du deuxième milieu récepteur (Oued hous) .
- traitement 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.
- de préserver la santé publique et l'environnement contre la pollution hydrique [31].

Tableau n°1 : L'objectif de traitement.

DBO₅	≤ 20 mg O₂/l
DCO	≤ 120 mg O₂/l
MES	≤ 30 mg/l
N-NH₄	≤ 4 mg/l
N-NO₃	≤ 8 mg/l
P Total	≤ 2 mg/l
pH	6,5-8,5
Température (C°)	12-20

Tableau n°2 : Les caractéristiques de conception (valeur nominale).

Paramètres	Unités	Valeurs
Capacité	Equivalent habitant (EqH)	129200
Débit nominal	m ³ /j	25840
Charge massique (Cm)	Kg DBO ₅ /Kg MVS _{bassins}	0,12 (faible charge)
MS max dans les bassins biologique	g/l	4
DBO ₅	mg O ₂ /l	302
DCO	mg O ₂ /l	703
MES	Mg/l	452
N Total	Mg/l	51
P Total	Mg/l	9

III.1.3. Les procès de traitement de différentes étapes

III.1.3.1. prétraitement

✓ 1-1-chambre d'arrivée d'eau

Équipée de sondes de mesures de pH, T°, conductivité de type analogique qui envoie le signal à la table de commande.



Figure n°2: Chambre d'arrivée.

Dégrilleur grossier manuel :

C'est un dégrilleur incliné avec un espacement entre les barreaux de 5cm il est destiné à éliminer les grosses imputées.



Figure n°3: Dégrilleur grossier

Dégrilleurs fins automatique

Le dégrilleur fin est réalisé sur deux files parallèles isolables. 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.

Il se nettoie automatiquement et sur tout il réduit le taux de déchets dans l'eau de 30%.



Figure n°4 :Dégrilleurs fins

✓ Dessabler / Déshuileur :

Réalisé sur deux files parallèles et indépendantes. Chaque ligne comprend une trémie de récupération des sables avec une pompe à sable, une goulotte de récupération des graisses avec une pompe à graisses, un pont racleur et des rampes de diffusion d'air sous pression arrivant des suppresseurs d'air. Les sables récupérés sont lavés et récupérés au moyen d'un laveur à sable.

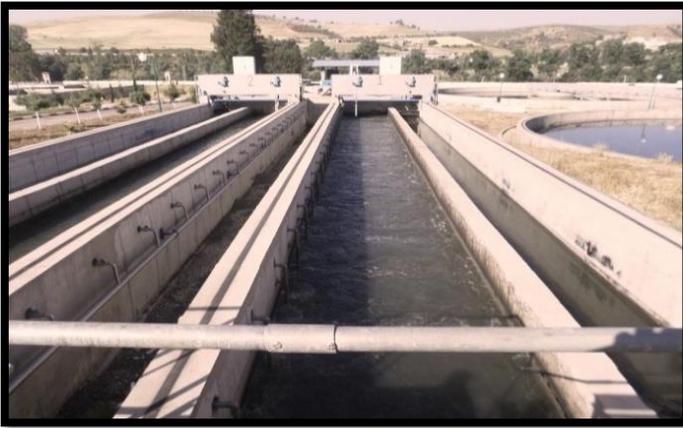


Figure n°5 : Dessableur/déshuileur

✓ **Répartiteur**

Après le dessableur /déshuileur, le mélange eaux usées/boues est dirigé vers une unité de répartition permettant l'équipartition du débit vers les quatre lignes de traitement. Les boues recerclées sont injectées au niveau de ce répartiteur [31].



Figure n°6 : Laveuse de sable



Figure n°7: Répartiteur.

III.1.3.2. bassin d'aération (biologique)

Les bassins d'aération sont équipés d'un système d'aération en surface du type rotors mamouths et des agitateurs assurent le brassage et l'homogénéisation du système, ainsi que des sondes de mesures d'oxygène et du potentiel redox qui permettent le contrôle des paramètres de fonctionnement de l'unité de traitement biologique.

Dans ces bassins ce fait l'épuration de la pollution carbonée, la déphosphoration, la nitrification et la continuation de la dénitrification.



Figure n°8: Bassins d'aération

✓ **clarificateur :**

Les boues activées issues de l'étage biologique sont dirigées vers les clarificateurs circulaires à l'intérieur desquels les boues vont décanter en fond d'ouvrage, d'où elles seront raclées, retirées par des tubes suceurs à l'aide d'une pompe à vide et dirigées vers le répartiteur. Les boues flottantes aussi seront extraites à l'aide d'un racleur en surface et dirigées vers une fosse de boues flottantes. L'eau épurée est dirigée vers les bassins de désinfection.



Figure n°9: Clarificateur.

➤ **Fosse toutes eaux :**

La fosse toutes eaux comme son nom l'indique regroupe tous les rejets d'eau des différents équipements comme les rejets d'eau des filtres presse à bande, lits de séchage, trop plein de l'épaississeur et trop plein du stabilisateur pour ensuite les renvoyer vers le répartiteur à fin d'être réintroduit dans le procès épuratoire.

III.1.3. 3. désinfection (activité au chômage)

Le traitement tertiaire est réalisé sur une seule ligne constituée d'un bassin de désinfection type chicanes, l'eau clarifiée doit être désinfectée après l'étape de décantation finale. Pour cela, un chlorage est prévu en sortie de station.

La sortie des chicanes est équipée aussi de sondes de mesures de pH, T°, conductivité de type analogique qui envoie le signal à la table de commande et un débit mètre de sortie de type venturi qui mesure le débit d'eau épurée.

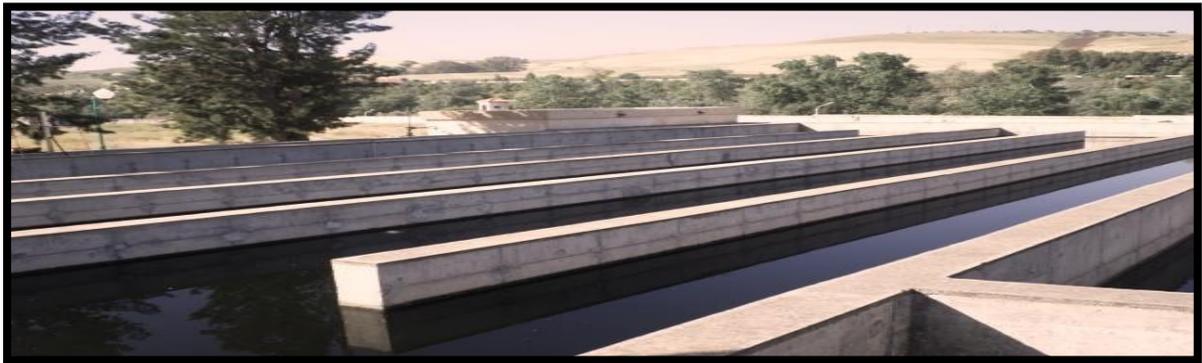


Figure n° 10: Chicanes désinfection.

➤ **Station de dosage :(activité au chômage) :**

La station de dosage comprend 03 cuves pour le stockage du FeCl_3 utilisé pour le traitement chimique du phosphore et du NaOCl utilisé pour la désinfection de l'eau épurée, avec des pompes de dosage permettent le dosage de ces deux produits chimiques.



Figure n°11 : Station dosage.

✓ **Epaississeur**

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

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

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

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

L'eau ainsi récupérée passe dans une goulotte de récupération et est dirigée vers le poste toutes eaux de la station avant d'être refoulée vers l'entrée de la station.

Les boues épaissies sont dirigées vers la stabilisation des boues [31].



Figure n°12 : Epaississeur.

✓ Stabilisation aérobie des boues

Le bassin de stabilisation 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 au moyen d'une turbine d'aération de surface disposée au centre du bassin et fixée au pont.

La stabilisation aérobie des boues permet de réduire la quantité des boues devant être traitées ultérieurement grâce à l'activité bactérienne ayant lieu dans le bassin de stabilisation.

Les boues stabilisées sont également moins génératrices d'odeur et la stabilisation permet également la réduction de pathogènes présents dans les boues [31].



Figure n°13: Stabilisation aérobie des boues.

✓ Déshydratation mécanique

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

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

Le fonctionnement du filtre presse est continu et à vitesse constante.

Le concentrât résultant de la déshydratation, est amené gravitairement vers la fosse toutes eaux pour être réintroduit dans le traitement.

La boue qui était déshydratée mécaniquement ou les lits de séchage sera transportée au centre d'enfouissement technique de Bouira[31].



Figure n° 14: Déshydratation mécanique.

✓ Déshydratation en lit de séchage

Les lits de séchages sont équipés d'un système de drainage qui assure un séchage naturel des boues, l'eau ainsi est récupérée dans une fosse (fosse toutes eaux) est dirigée par pompes submersibles vers le répartiteur des bassins biologiques et les boues sèches sont stockées dans les lits de stockage.



Figure n° 15: Déshydratation en lit de séchage.

III.2. Matériels et Méthode

III.2.1. Les paramètres physico-chimiques

Les points de prélèvements sont effectués au niveau d'Eau brute(EB) et Eau épurée(EE) selon mode opératoire de laboratoire de la STEP [32].



Figure n°16 : Eau brute



Figure n° 17: Eau épurée

III.2.1.1. Potentille d'hydrogène (pH) et Température T (°c)

➤ Objectif

Détermination de l'acidité, neutralité, ou la basicité de l'eau.

➤ Matériel nécessaire

- pH mètre et accessoires
- Pissette eau distillée.

➤ Méthodes d'analyse

- On prend dans un bécher un volume d'échantillon à analysé bien homogène
- On met en service le pH mètre.
- On plonge la sonde de mesure dans la solution à analyser.
- On lit le pH et la température dès stabilité de celles-ci.
- On rince bien la sonde de mesure après chaque usage et on la conserve toujours dans de l'eau déminéralisée.



Figure n°18: pH mètre

III.2.1.2. Conductivité

➤ **Objectif**

Détermination de la conductivité électrique de l'eau

➤ **Matériel nécessaire**

- Conductimètre et accessoires
- Pissette eau distillée.

➤ **Méthodes d'analyse**

- On prend dans un bécher un volume d'échantillon à analysé bien homogène
- On met en service le Conductimètre.
- On plonge la sonde de mesure dans la solution à analyser.
- On lit la conductivité dès la stabilité de celle-ci.
- On rince bien la sonde de mesure après chaque usage.



Figure n°19 : Conductimètre.

III.2.3. Mode opératoire de la détermination la quantité de MES, MS, MVS,IB ,V₃₀ ,la Siccité

Plusieurs prélèvements sont effectués sur différents points à savoir : bassin d'aération, boues de retour, l'épaississeur, stabilisateur déshydratation mécanique.

a-Boues de retour

le prélèvement des boues de retour s'effectue au niveau de puits de pompage des boues de recirculation (répartiteur)



Figure n°20 : répartiteur

b-boues épaissies et boues stabilisées

le prélèvement des boues épaissies et boues stabilisées s'effectue au niveau local des pompe à vide excentrique sur les conduits d'évacuation de chaque bassin.



Figure n°21: Boues Epaisseur.



Figure n° 22: Boues Stabilisateurs.

c-boues déshydratés

Le prélèvement de boues déshydratées se fait au un niveau du filtre à bande, en prenant un échantillon moyen.



Figure n°23 : filtre à bande.

Le V₃₀

- Homogénéiser l'effluent à analyser, verser 1 L dans une éprouvette transparente de 1 litre, laissé décanter pendant 30 min à l'abri de lumière du soleil.

Détermination du MES

➤ Méthode par filtration

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

$$\text{MES} = (P_1 - P_0) * 1000 / V$$

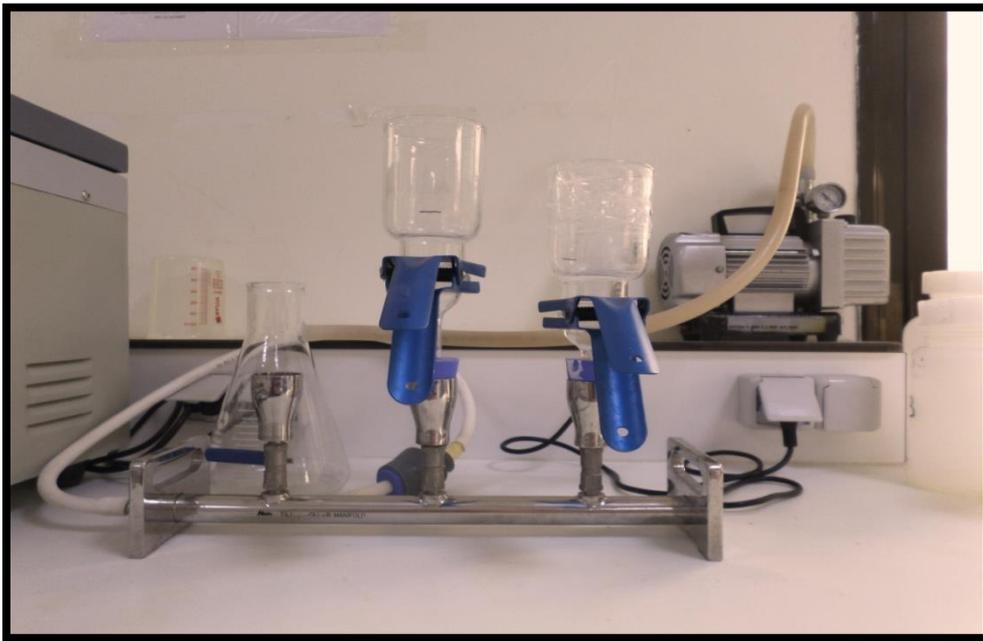


Figure n°24 : Rampe de filtration + pompe à vide

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

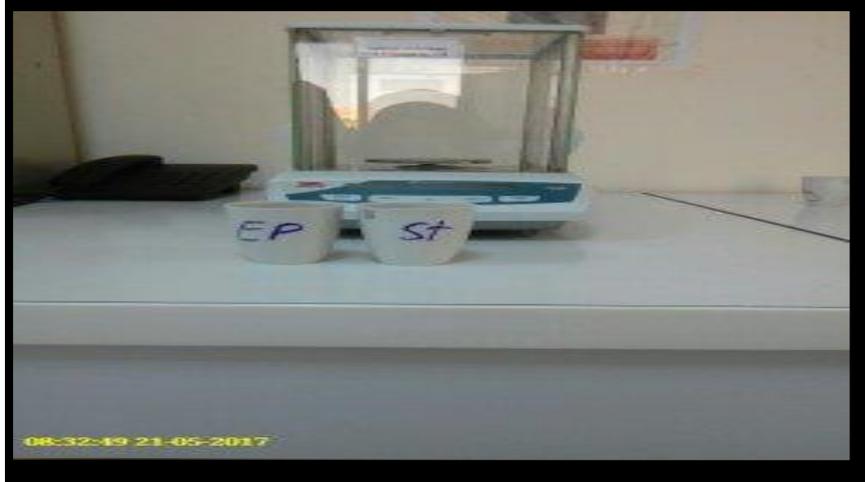


Figure n°25 : une balance.

$$MVS = (P_1 - P_2) * 1000 / V$$

➤ **Méthode par centrifugation**

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



Figure n°26 : une étuve.

- Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser la capsule(P₁).



Figure n°27 : un dessiccateur.

$$\text{MES} = (P_1 - P_0) * 1000 / V$$



Figure n°28: Centrifugeuse.

- Mettre la capsule au four pendant **02h** à **525°C ± 5°C**.



Figure n°29 : un four.

- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la capsule (**P₂**).

$$MVS = (P_1 - P_2) * 1000 / V$$

Détermination de l'Indice de boue (IB):

-Objectif

Apprécier l'aptitude de la boue a la décantation

-Définition :

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 gradués Il est défini par la formule suivante :

$$IB = V30 / MES$$

V30 : volume de boue décante en 30 min (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 et le suivant

$$IB = V30 / \text{MES de la boue décantée après dilution}$$

-Interprétation des résultats

Si :

- IB < 100** correspondent à des boues qui sédimentent facilement.
- 100 < IB < 200** décantation difficile (quelques filaments).
- IB > 200** mauvaise décantation (boue riche en filament)

Détermination de La siccité :

C'est la quantité nette de la matière sèche qui se trouve dans la boue.

$$\text{la siccité} = (P2 - P0) / (P1 - P0) * 100$$

P0 : poids de la capsule vide.

P1 : poids de la capsule + poids boues déshydratée.

P2 : poids de la capsule + poids boues déshydratée après séchage à l'étuve à

105°C pendant 02h.

III.2.3. Les paramètres chimiques

II.2.3.1. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

Méthode par titrage

➤ Préparation des réactifs (DCO) :

- **Solution standard de dichromate de potassium (K₂ Cr₂ O₇) 0,250 N**

Sécher à 150 °C 15-20 g de dichromate de potassium RPE-ACS (K₂ Cr₂ O₇) pendant deux heures. Refroidir dans le séchoir. Peser 12,259 g et dissoudre dans 400-500 ml d'eau distillée. Porter au volume de 1000 ml avec de l'eau distillée.

- **Réactif à l'acide sulfurique (Sulfate d'argent+ Acide sulfurique) :**

Ajouter 5,4 g de sulfate d'argent RPE (Ag_2SO_4) dans 1 kg d'acide sulfurique concentré 96% (H_2SO_4 $d = 1,835$) correspondant à 545 ml. Pour la solution complète du sulfate d'argent, il faut attendre deux jours. Le réactif, en bouteille de couleur foncée et bien bouchée, se conserve indéfiniment.

- **Solution standard de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr)**

0,125 N :

Peser 49,02 g de sulfate hexahydrate de fer/ferreux et ammonium RPE-ACS ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Dissoudre dans 0,5 l environ d'eau distillée.

Verser lentement dans la solution de sulfate de fer et ammonium, 20 ml d'acide sulfurique concentré RPE 96% et agiter.

(Ne pas ajouter cette solution à l'acide sulfurique concentré pour éviter des éclaboussures dangereuses). Porter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée. Garder en bouteille foncée. Le titre se réduit avec le temps et par conséquent il doit être contrôlé chaque fois que l'on réalise l'analyse par rapport à la solution standard de dichromate de potassium

- **Solution d'indicateur féroïen**

Peser 1,48 g de 0-phénanthroline RPE-ACS (1,60 g de phénanthroline monohydraté) et 0,695 g de sulfate ferreux heptahydraté RPE-ACS ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Dissoudre les deux réactifs avec 50 ml environ d'eau distillée et porter à 100ml.

- **Sulfate de mercure**

Cristaux fins de sulfate mercurique RPE (HgSO_4).

- **Solution standard de phtalate acide de potassium**

En utilisant du phtalate acide de potassium RPE ($\text{H}_5\text{C}_8\text{O}_4\text{K}$) séché à 120 °C jusqu'à poids constant, on peut préparer une solution contenant 425 mg en 1000 ml. Cette solution a une DCO de 500 mg O_2 par ml. Gardée en réfrigérateur à + 4 °C elle se conserve pendant 3-4 mois

➤ **Procédé**

- **Digestion de l'échantillon**

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

Tableau n° 3: les quantités de réactif de l'échantillonnage.

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

Mettre les réfrigérants sur les éprouvettes.

Introduire les éprouvettes dans le réacteur; **“voir instructions d'emploi”**

Après un temps de chauffage de 120 min. à 150 °C, enlever les éprouvettes et laisser refroidir (dans une porte éprouvette métallique appropriée) [31].

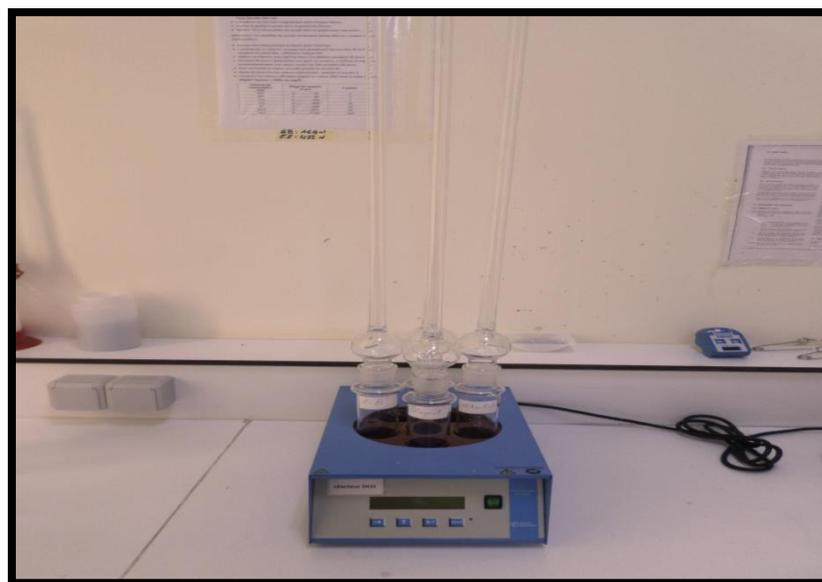


Figure n°30: Digesteur DCO.

- **Titration de l'échantillon**

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

Ajouter 5 ou 6 gouttes d'indicateur féroïen. Après le refroidissement, titrer avec une solution jusqu'au moment où la couleur de la solution change de vert bleu à orangé. Les millilitres de solution de sulfate de fer ferreux et ammonium servent à calculer la DCO de la solution examinée.

- **Evaluation du blanc**

Par le même procédé décrit au point 4.3, on détermine la quantité de solution de sulfate de fer ferreux et ammonium nécessaire pour obtenir le changement de couleur dans un volume d'eau distillée.

- **Calcul du DCO :**

La valeur du DCO de l'échantillon examiné est calculée par la formule suivante:

$$DCO \text{ mg/l} = (b-a) \cdot \frac{8000 \cdot N}{X} \cdot FC$$

Où :

b= ml de solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) utilisés pour le titrage du blanc.

a= ml de solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) utilisés pour le titrage de l'échantillon examiné.

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

X = ml de l'échantillon examiné

FC = Facteur de correction obtenu lors de la vérification de la normalité de la solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr)

- **Contrôle du titre de la solution standard de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) :**

Le titre de la solution de fer ferreux et ammonium doit être contrôlé chaque jour de l'analyse puisqu'il change avec le temps. Dans le calcul du DCO, il faut tenir compte de cette modification. Pour cela, introduire dans un matras de capacité appropriée, les quantités exactes de réactifs indiqués dans la table suivante:

Tableau n°4 : les quantités de réactif.

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

Après le refroidissement, ajouter 05 à 06 gouttes de féroïen et titrer avec une solution de sulfate de fer ferreux et ammonium (Sel de Mohr) jusqu'au moment où la couleur de la solution change de vert bleu à l'orangé.

Le volume en ml utilisé sert pour le calcul du facteur de correction.

Si le titre de la solution de Sel de Mohr est exact il en faut 20 ml pour titrer la quantité de dichromate introduite; dans le cas où le titre de cette solution aurait baissé, il faut utiliser un volume supérieur. Par conséquent le facteur de correction sera donné par la formule

$$F = 20/n$$

Où "n" est le nombre de ml effectivement utilisés.

III.2.3.2. Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO₅) :

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

- Commencer la mesure : presser simultanément les touches M et S pendant 02 secondes, l’afficheur indique 00.
- Mettre les flacons avec OxiTop dans l’incubateur pendant 05 jours.
- Pendant 05 jours l’échantillon est agité en continu. L’OxiTop enregistre automatiquement une valeur toutes les 24h pendant 05 jours.
- Pour connaître la valeur actuelle presser la touche M.
- Après 05 jours lire les valeurs mémorisées : presser la touche S.
- Convertir les valeurs affichées (digits) en valeur DBO avec la table suivante (Digits* facteur = DBO₅ en mg/l)[31].

Tableau n° 5: le guide de volume de la DBO et DCO.

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



Figure n° 31 : Incubateur DBO + Oxitop.

Les tableaux suivants représentent les résultats d’analyse des paramètres physico-chimique de l’Eau brute (EB) et de l’Eau épurée (EE) durant la période de stage allant du 05/03/2017 au 10/05/2017 ainsi que les résultats d’analyses des MVS, MS, MVS% au niveau de trois bassins (Boue de retour, Epaisseur, Stabilisateur)

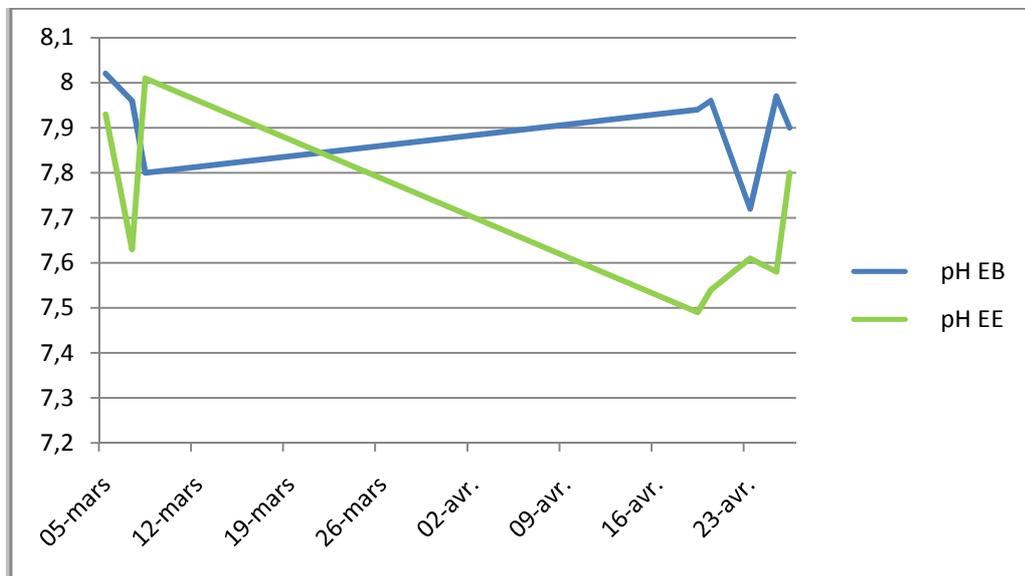
Les résultats obtenus sont interprétés par-rapport aux seuils fixés de la STEP (Tableau n°1)et par rapport à la norme de rejet car les objectifs de la STEP sont plus exigeant.

IV.1. Les paramètres physico-chimiques

➤ **Mesure de pH :**

Tableau n°6: Analyses du pH de l’eau brute et épurée.

Dates 2017		05/03	07/03	08/03	19/04	20/04	23/04	25/04	26/04	Moy
pH	EB	8,02	7,96	7,8	7,94	7,96	7,72	7,97	7,9	7,9
pH	EE	7,93	7,63	8,01	7,49	7,54	7,61	7,58	7,8	7,69



EB : eau brute EE : eau épurée

Figure n°32: Evolution du pH de l’eau brute et épurée.

On remarque que le pH de l'eau brute de la STEP varie entre 7,72 et 8,02 avec une moyenne de 7,90 et celui de l'eau épurée varie entre 7,49 et 8,01 avec une moyenne de 8,69 on peut dire que ces valeurs sont dans la plage de la neutralité qui est entre 6,5 et 8,5[34].

Cela est expliqué par la nature d'effluent qui est un effluent urbain et aussi par l'absence des rejets élicites (industriels) dans les réseaux d'assainissement.

➤ **Mesure de Température :**

Tableau n°7 : Analyse de la Température de l'eau brute et épurée.

Dates 2017		05/03	07/03	08/03	19/04	20/04	23/04	25/04	26/04	Moy
T (C°)	EB	13,2	15	13,2	18	17,9	15,1	17,9	18,2	16,06
	EE	13	15,4	13,4	18,2	18,1	17,5	18	18,8	16,6

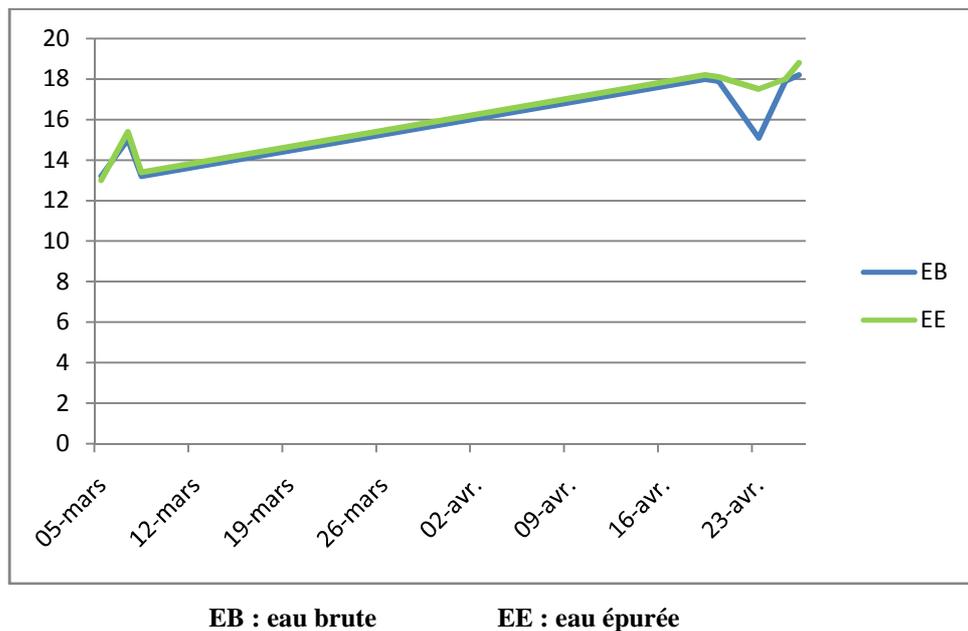


Figure n°33 : Evolution de la Température de l'eau brute et épurée.

Les résultats obtenus, concernant la température de l'eau brute et l'eau épurée, varient entre 13 C° et 18,8 C° avec une moyenne de 16 C°, une chose qui conforme à la norme (30 C°). Par contre, une légère augmentation est observée entre la température de l'eau brute et l'eau épurée, cette augmentation est expliquée par le passage de l'eau dans les différents étages et bassins et aussi à l'exposition au rayonnement solaire.

➤ **Mesure de la Conductivité :**

Tableau n°8: Valeurs de la conductivité de l'eau brute et épurée.

Date 2017		05-mars	07-mars	08-mars	19-avr	20-avr	23-avr	25-avr	26-avr	Moy
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	EB	1093	1111	1015	1093	1073	991	1084	1080	1067,5
	EE	1060	1018	1015	978	983	972	976	980	124,71



EB : eau brute EE : eau épurée

Figure n° 34: Evolution de la conductivité de l'eau brute et épurée.

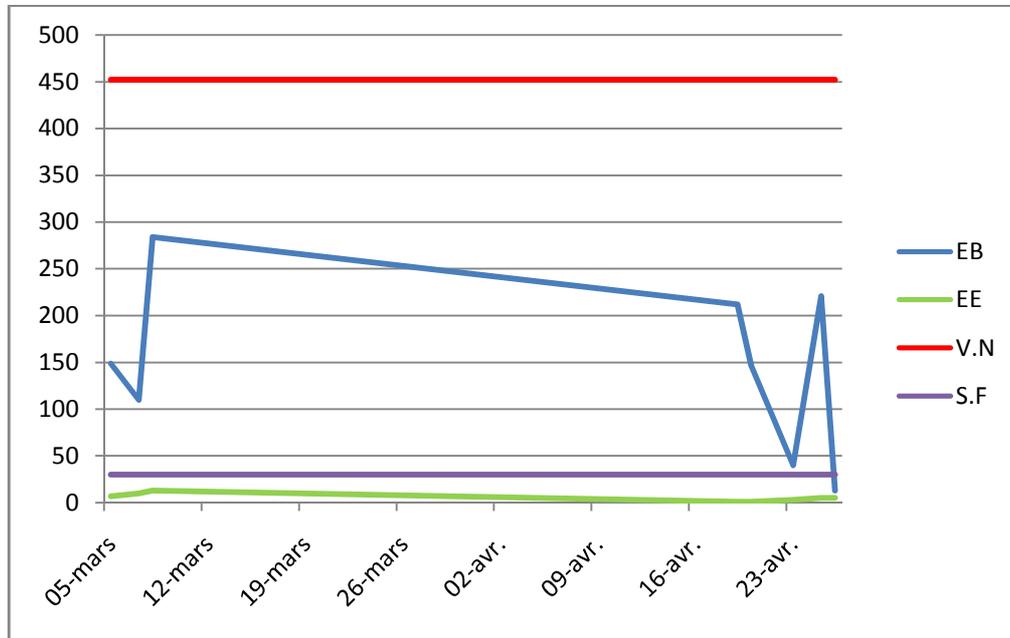
Les résultats obtenus de la conductivité de l'eau brute et épurée varient entre 972 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 1080 $\mu\text{s}/\text{cm}$ avec une moyenne de 133,43 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Une légère fluctuation entre les valeurs est observée suite à la nature et la stabilité d'effluent en terme salinité.

Une légère diminution est observée sur les valeurs de la conductivité de l'eau épurée par rapport à l'eau brute ; ce qui est due probablement à la perte d'une portion de la salinité au cours des étapes d'épuration (avec la boue).

➤ Mesure de MES :

Tableau n°9 : analyses du MES de l'eau brute et épurée.

Date2017		05/03	07/03	08/03	19/04	20/04	23/04	25/04	26/04	Moy
MES (mg/l)	EB	149	110	284	212	146	40	221	134	162
	EE	7	10	13	1	1	3	5	5	5,62
rendement	%	95,3	90,9	95,4	99,5	99,3	92,5	97,7	96,2	95,85



EB : eau brute EE :eau épurée VN : valeur nominale SF :seuils fixés

Figure n°35 : Evolution du MES de l'eau brute et épurée.

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable [33]. Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et épurée. Elles varient entre 40 mg/l et 284 mg/l avec une moyenne de 162 mg/l pour l'eau brute et entre 1mg/l et 13 mg/l avec une moyenne de 5,62mg/l pour les eaux épurée, ces valeurs sont en fonction de la nature du rejet.

Les valeurs des MES de l'eau brute répondent à la valeur nominale acceptable à la STEP qui est de 452mg/l (tableau n°2).

Les fluctuations enregistrée entre les valeurs de MES de l'eau brute sont due à la nature des effluents.

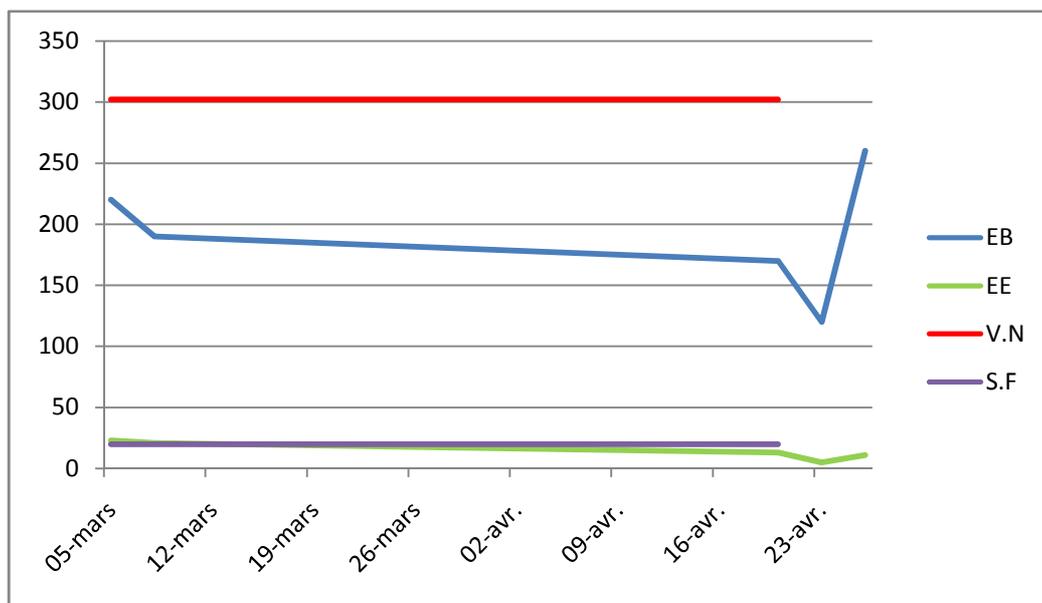
Les valeurs des MES de l'eau épurée sont toutes conformes aux seuils limites fixés de la STEP qu'est 30mg/l (tableau n°2)

Les rendements obtenus montrent qu'il y a un bon abattement des MES entre l'eau brute et l'eau épurée, ce qui signifie qu'il y a une bonne séparation de la boue et de l'eau au niveaux du clarificateur.

➤ **Mesure de DBO₅ mg/l :**

Tableau n°10 : analyses du la DBO₅ de l'eau brute et épurée.

Date 2017		05/03	07/03	08/03	19/04	20/04	23/04	25/04	26/04	Moy
DBO ₅ mg/l	EB	220	130	190	280	170	120	270	260	205
	EE	23	10	21	5	13	5	9	11	12,12
rendement en %	/	89	92	88	98	92	95	96	95	92,85



EB : eau brute EE : eau épurée VN : valeur nominale SF : seuils fixés

Figure n°36 : Evolution du de DBO₅ de l'eau brute et épurée.

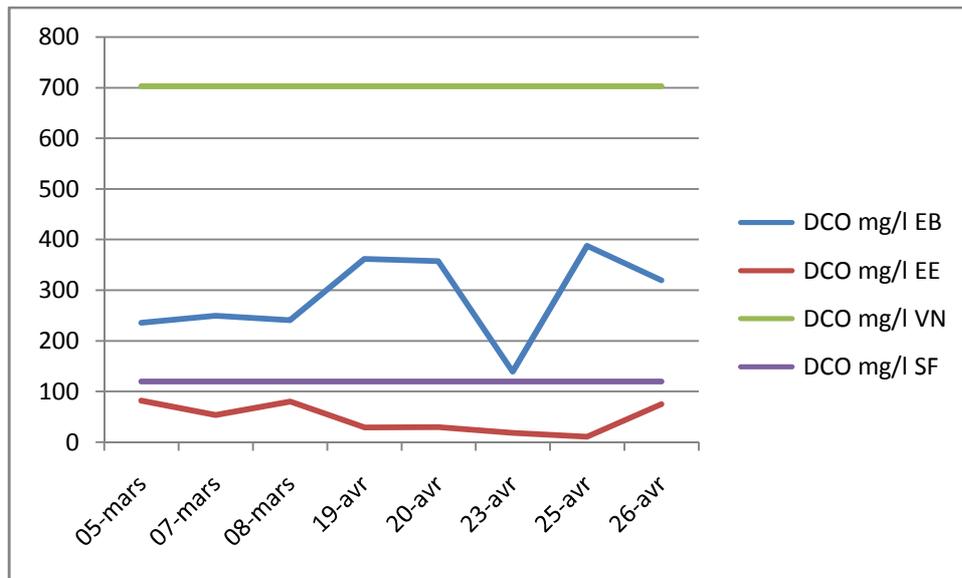
Les résultats obtenus montrent que les valeurs de DBO₅ de l'eau brute varient entre 120 et 280 mg/l avec une moyenne de 205 mg/L, ces valeurs ne dépassent pas la valeur nominale acceptable à la STEP qui est de 302mg/l (tableau n°2) ; Concernant l'eau épurée, les valeurs varient entre 5 à 23 mg/ l avec une moyenne de 12,12 mg/l mais les deux valeurs prélevées le 05/03 et le 8/04/2017 ont dépassés l'objectif de la STEP qu'est de 20mg/l à cause de l'arrêt de deux aérateurs au niveau de bassin biologique ces jours la, ce qui a engendré une carence d'oxygène qui a engendré une biodégradation du la MO incomplète.

Les rendements obtenus montrent qu'il y a un bon abattement de la DBO₅ entre l'eau brute et l'eau épurée ce qui signifie qu' il y a une bonne biodégradation de la MO dans les bassin biologiques.

➤ **Mesure de DCO mg/l :**

Tableau n°11 : analyses du DCO de l'eau brute et épurée.

Date 2017		05/03	07/03	08/03	19/04	20/04	23/04	25/04	26/04	Moy
DCO mg/l	EB	236	250	241, 31	362,23	358	139,45	388	320,11	286,89
	EE	82,12	54	80,49	29,01	30	18,72	11	75,11	47,55
rendement en %	/	65	78	66	91	91	86	97	95	82,45



EB : eau brute EE :eau épurée VN : valeur nominale SF :seuils fixés

Figure n°37 : analyse de la DCO de l'eau brute et épurée.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de DCO de l'eau brute varient entre 139,46 et 388mg/l, avec une moyenne de 286,89 mg/l ; Ces valeurs ne dépassent pas les valeurs nominales acceptables par la STEP qui est de 703 mg/l.

D'autre part, les résultats pour l'eau épurée varient entre 12 et 82,12 mg/l, avec une moyenne de 47,55mg/l.

Toutes les valeurs de la DCO de l'eau épurée son conforme au seuil fixé qui est de 120 mg/l, ce qui veut dire que le traitement biologique est efficace.

Le rendement de DCO montre qu'il y a un bon abattement entre l'eau brute et l'eau épurée ce qui confirme que la station reçoit les eaux usées urbaines.

Le calcul du coefficient de la biodégradabilité des effluents des eaux brutes permet de définir le taux biodégradabilité de l'effluent. Il est calculé par le rapport à la DCO/DBO5 et dépend de la nature et de l'origine des eaux usées qui peuvent être soit domestiques ou industrielles, une chose qui nécessite des traitements différents [35].

Le rapport K entre la DCO et la DBO5 est l'indice de la biodégradabilité qui varie selon sa valeur :

$1,34 < k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.

Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;

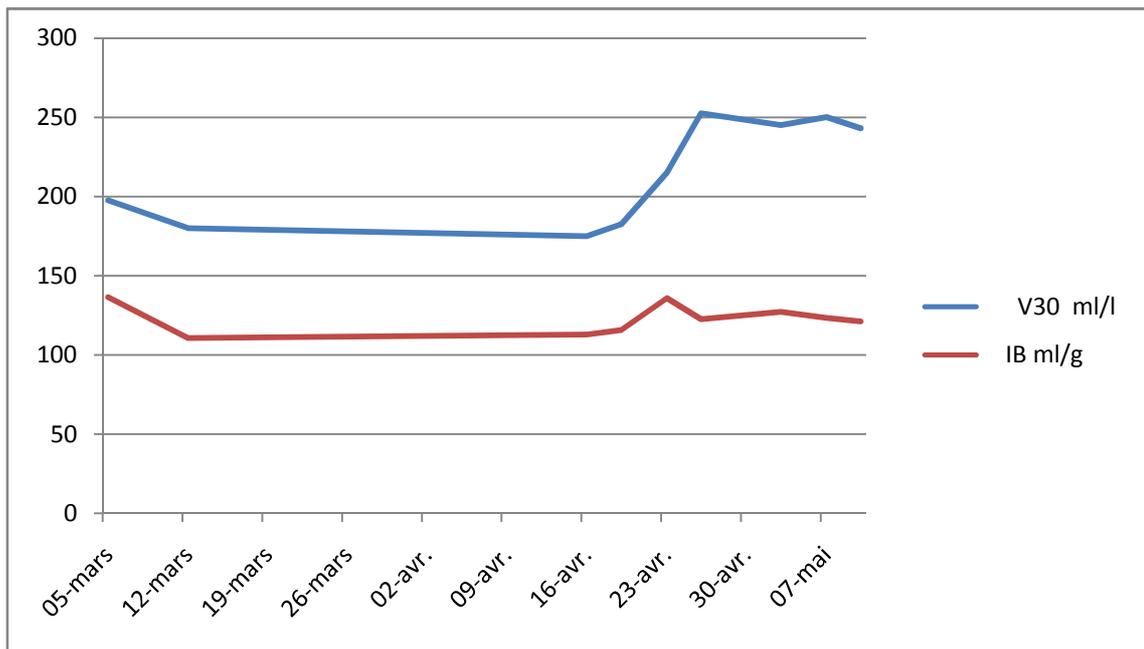
$2,5 < k < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables ;

Dans notre étude, on a trouvé une moyenne de K qui varie entre $1,34 < k < 1,5$ et entre $1,34 < 1,43 < 1,5$ ce qui confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par MOULLA H ;BARKI S qui a étudié la de qualité de l'eau usée et essaie de leurs traitement dans la STEP de Bouira [17].

IV.2. Les résultats d'analyses de bassin d'aération (les moyennes de deux lignes) :

Tableau n°12 : Les résultats d'analyse de V_{30} , IB, MS, MVS, MVS% au niveau de bassin d'aération .

Date 2017	Bassin d'aération				
	V_{30} ml/l	IB ml/g	MS g/L	MVS g/L	MVS%
05-mars	197,5	136,48	2,89	1,71	59,16
12-mars	180	110,75	3,25	2,28	86,76
16-avr	175	112,95	3,1	1,81	58,38
19-avr	182,5	115,68	2,15	1,89	87,9
23-avr	215	135,9	3,1	2,01	64,83
26-avr	252,5	122,63	3,8	2,42	63,68
03-mai	245	127,2	3,86	2,32	60,1
07-mai	250	123,48	4,05	2,54	62,71
10-mai	243	121,22	3,96	2,5	63,13
Moy	215,61	122,92	3,35	2,16	67,40



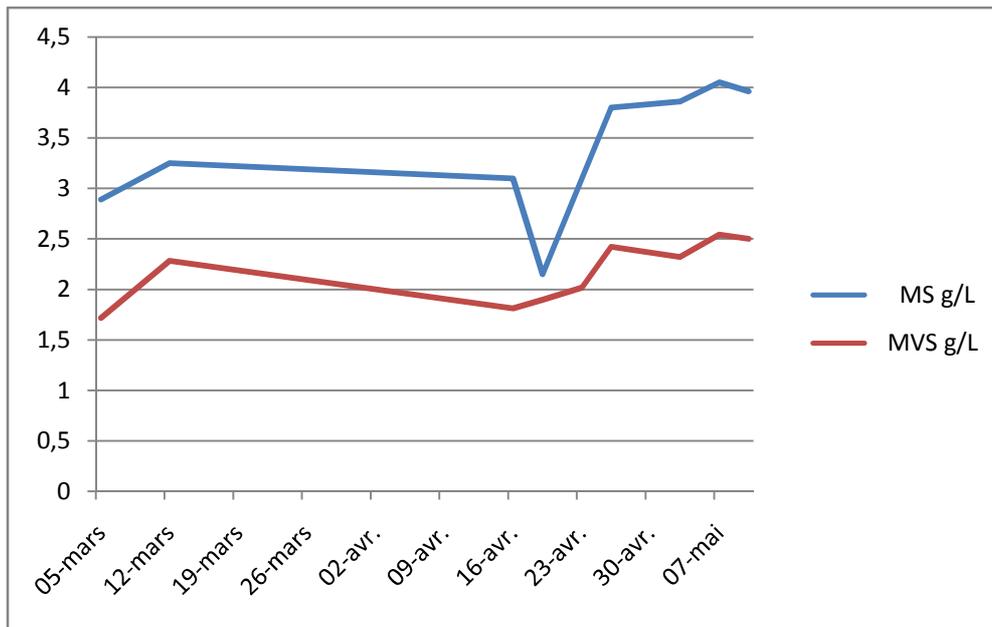
V₃₀ : volume décantée après 30min, IB : indice de boue.

Figure n°38 : Evolution du V₃₀ et IB .

On observe que V₃₀ de l'eau décantée dans les bassins d'aération est varié entre 175 ml/l et 252,50 ml/l avec un moyenne 215,61ml/l

Les volumes V₃₀ sont des volumes après dilution (1/2) car le volume initial dépasse largement 300 ml (500ml de l'échantillon très homogénéisé et 500 ml de l'eau épurée), une chose qui est exceptionnelle à cette station.

On remarque que la teneur du IB varie entre 110,75 et 136,48mg/l, avec une moyenne de 122,92 mg/l ces valeurs sont inférieures à 150 mg/l, ce qui signifie que les boues sont facilement décantable au niveau du clarificateur.



MS : matière sèche, MVS : matière volatile sèche

Figure n° 39 : Evolution du MS et MVS de l'eau brute et épurée.

Les résultats de MS obtenus varient entre 2,15 et 4,05g/l avec une moyenne de 3,35g/l ; d'autre part, les résultats de MVS varient entre 1,71 et 2,54 g/l, avec une moyenne 2,16 g/l.

Ces valeurs sont toutes au dessous du seuil de 4g /l qui est une exigence du procédés des boues activées, cela montre qu'il y a un bon équilibre entre les quantités des boues extraites et celles recyclées de même , les valeurs de MVS montrent que la boue activée des bassins biologiques est une boue organique.

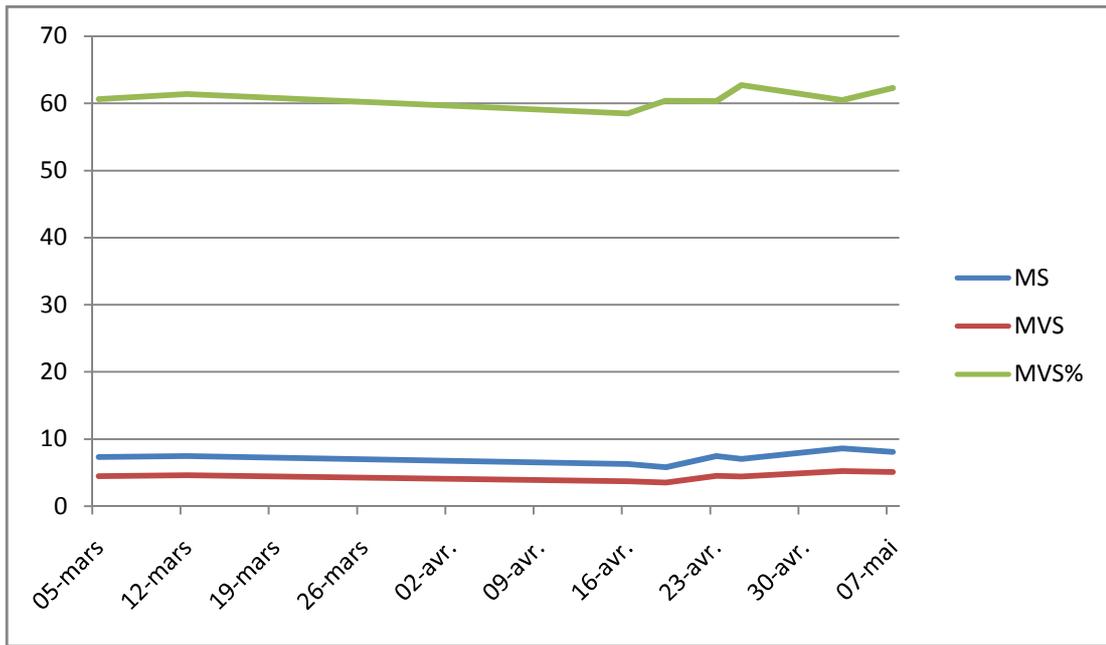
On peut dire que la station d'épuration de Bouira fonctionne correctement a une faible charge ($C_m < 0,12 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS}_{\text{bassin}}$)

IV.3. les résultats d'analyses des MVS, MS, MVS% au niveau de trois bassins (Boue de retour, Epaisseur, Stabilisateur)

Tableau n°13 : les résultats d'analyse de boue.

Date 2017	Boue de retour g/l			Epaisseur g /l			Stabilisateur g/l			Déshydratation La siccité %
	MS	MVS	MVS %	MS	MVS	MVS %	MS	MVS	MVS %	
05-mars	7,29	4,42	60,63	/	/	/	/	/	/	/
06-mars	/	/	/	56,47	31,99	56,64	68,35	38,83	56,81	/
07-mars	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12-mars	7,43	4,56	61,37	/	/	/	/	/	/	13,44
16-avr	6,26	3,66	58,46	/	/	/	/	/	/	/
19-avr	5,78	3,49	60,38	/	/	/	/	/	/	/
23-avr	7,44	4,49	60,34	/	/	/	/	/	/	/
24-avr	/	/	/	60,01	35,54	59,24	56,1	31,95	56,95	/
25-avr	7,01	4,4	62,72	/	/	/	/	/	/	/
26-avr	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
03-mai	8,6	5,2	60,46	43,67	28,1	64,34	32,84	19,52	59,43	/
07-mai	8,09	5,04	62,29							/
08-mai				66,61	38,91	58,41	58,95	32,19	54,6	15,03
09-mai										
10-mai										14,25
Moy	6,74	3,91	60,83	56,69	33,63	59,65	54,06	30,62	56,94	14,24

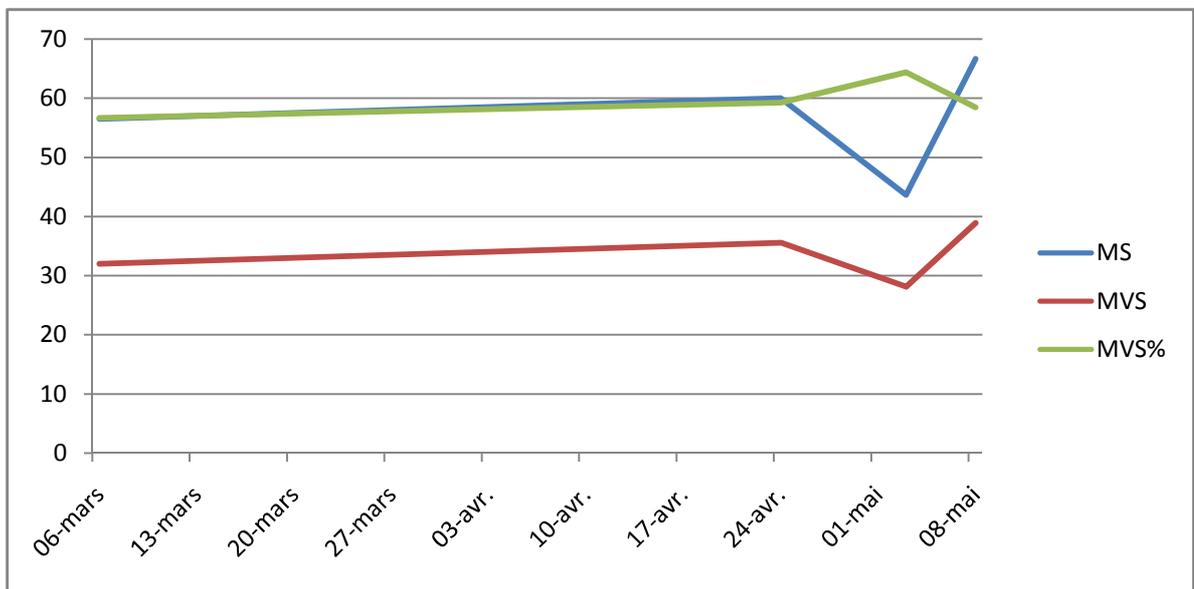
➤ Dans les boues de retour :



MS : matière sèche, MVS : matière volatile sèche

Figure n°40 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue.

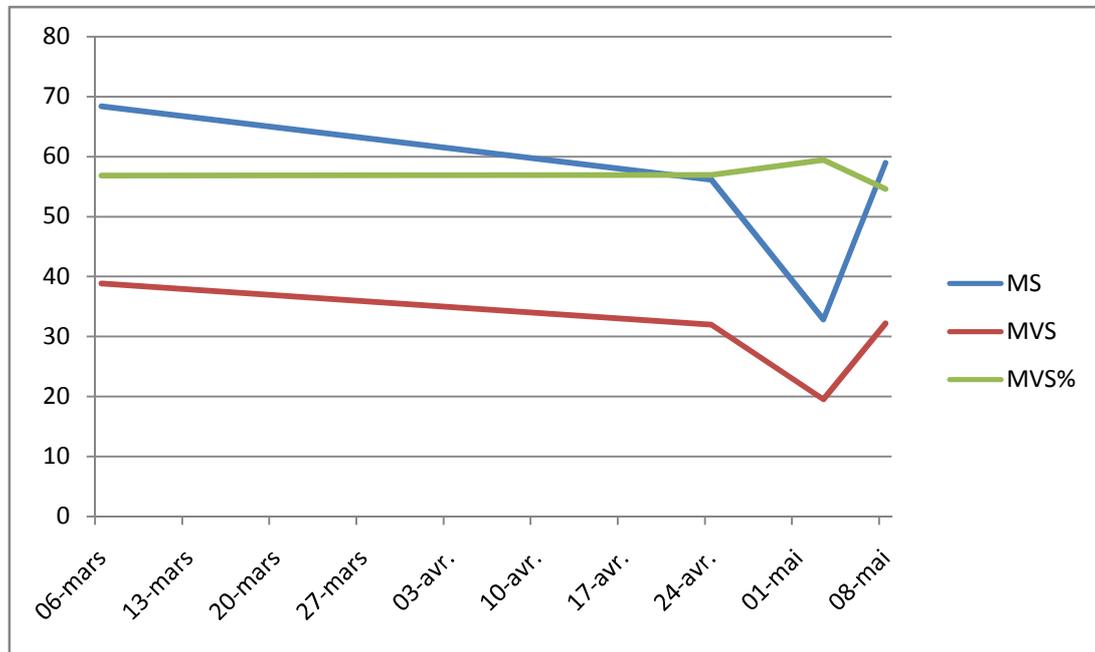
➤ Dans l'épaisseur :



MS : matière sèche, MVS : matière volatile sèche

Figure n°41 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue.

➤ Dans le stabilisateur



MS : matière sèche, MVS : matière volatile sèche

Figure n°42 : Evolution du MS et MVS, MVS% de la boue.

Les résultats obtenus des analyses de MS, MVS, MVS%, des boues dans la filière boue (Boue de retour, Epaisseur, Stabilisateur) montrent que :

Pour ce qui concerne l'évolution de MS les résultats de boue de retour a une moyenne de MS 6,74 g/l et l'épaisseur a une moyenne de 56,69g/l ce qui montre qu'il y a une condensation de cette dernière dans l'épaisseur (boue épaisse) suite à l'élimination d'une grande partie d'eau dans cette ouvrage.

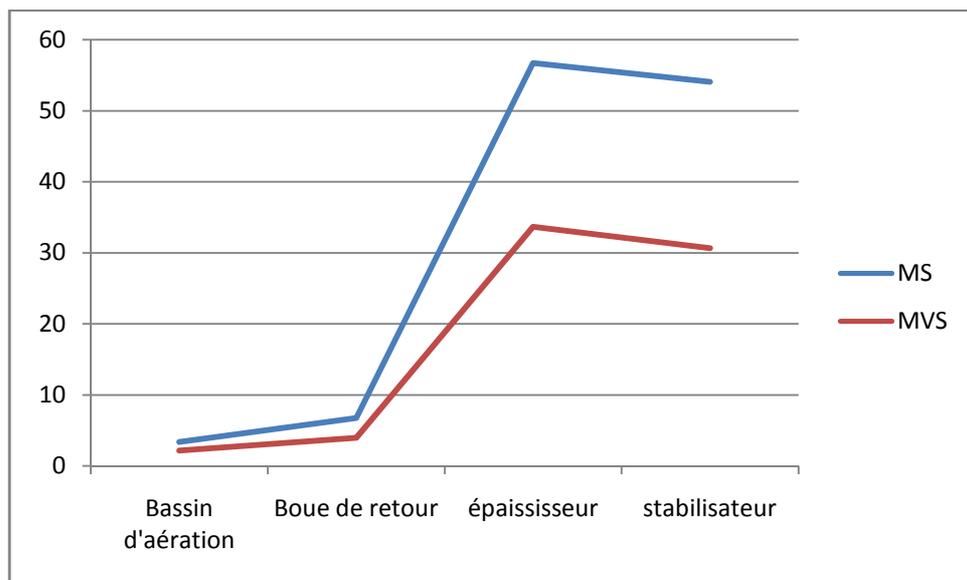
Par contre, la concentration du MS et MVS des boues dans le stabilisateur est presque la même qu'au niveau de l'épaisseur avec une légère diminution ce qu'est expliqué par la non stabilisation des boues (non minéralisation) dans cette étude, cela est causé par la panne mécanique survenue au niveau des aérateurs de surface du stabilisateur pendant la période de 05/03 au 10/05/2017. Cependant, une stabilité dans le pourcentage des MVS % est enregistrée car il n'y a pas de perte de la matière organique.

Dans le cas normale où le stabilisateur fonctionne normalement, les MVS et les MS sont très faibles par rapport à l'épaisseur car la création de l'O₂ par l'aérateur permet de diminuer la matière carbonique d'où le CO₂ et la teneur en eau ainsi reste la matière minérale.

Dans cette manipulation, il faut 15 jours pour la stabilisation complète des boues, cela explique l'augmentation de la concentration de MES et MVS. Les valeurs des MVS sont proportionnelles aux valeurs de MS, donc, la boue de la station est très minéralisé ; Cette dernière transférée vers la déshydratation mécanique ou bien vers le lit de séchage.

Tableau n°14 : les résultats d'analyse des moyennes de MS et MVS.

MOY	Bassin d'aération	Boue de retour	épaisseur	Stabilisateur
MS	3,35	6,74	56,69	54,06
MVS	2,12	3,91	33,63	30,62



MS : matière sèche, MVS : matière volatile sèche

Figure n° 43: Evolution du MS et MVS, au niveau de quatre bassins.

En comparant les valeurs moyennes de MVS et de MS entre les différents bassins, nous constatons qu'à partir du bassin d'aération, en passant par la boue de retour et l'épaisseur et jusqu'au stabilisateur, les valeurs évoluent de façon remarquable en passant de 3,35 à 54,06 g/l pour les MS et de 2,12 à 30,62 g/l pour les MVS. De façon générale, cette évolution est tout a fait normale et nous indique sur le bon fonctionnement de la station d'épuration ; cependant, les valeurs notées au niveau du stabilisateur doivent être plus importantes et la

différence entre ces dernières et celles de l'épaississeur doit être grande, une chose qui n'est pas notée dans notre cas à cause d'une panne survenue au niveau de l'aérateur qui a empêché l'élimination de l'humidité, du carbone et du phosphore à partir de la boue.

IV. 4 . Les résultats d'analyses de la siccité dans la déshydratation

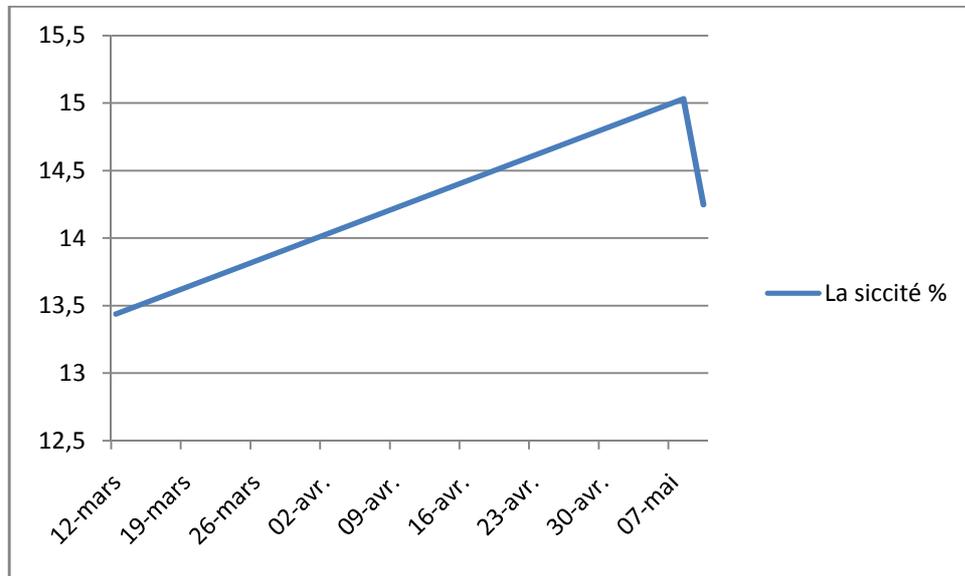


Figure n°44: Evolution de la siccité.

Les résultats obtenus de la siccité avec une moyenne de 14,24% qui peut d'atteindre 50% en été qui doit être mise en décharge vert le centre d'enfouissement technique(CET) à l'aide une camion qui utilisent dans l'agriculture après une période de une année pour détruire immédiatement tous les éléments pathogènes ;

néanmoins cette façon de gérée est très coûteuse se qui à donner naissance a des travaux en collaboration entre office national d'assainissement (ONA) et université de Bouira pour la valorisations agricoles (l'incinération, co-incinération, valorisation énergétique, industriel).

CONCLUSION

Au terme de cette étude au cours de laquelle on a procédé à une évaluation de l'efficacité du le procédé d'épuration des eaux usées au niveau de la STEP de la ville de Bouira on a peut constaté que la température et le pH de l'eau usée traité ne varient pratiquement pas. par contre, on note une légère diminution de la conductivité électrique.

Les paramètres relatifs à la pollution organique (matières en suspension, et demande biochimique en oxygène) diminuent de façon très grande entre les eaux usées brutes (où enregistrent les valeurs les plus élevées) et les eaux usées traitées (où on enregistre les valeurs les plus faibles).

Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir : les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), ont permis d'évaluer l'efficacité du fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement.

Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Bonne élimination de la DCO, DBO5 et des MES avec des rendements respectifs de 82.45%, 92.85% et 95.85% ;
- Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux seuils fixés de la STEP (normes de rejets dans les milieux naturels OMS).

Les valeurs moyennes de MVS et de MS entre les différents bassins (bassin d'aération, la boue de retour, l'épaississeur, stabilisateur), évoluent successivement 2,12 ; 3,91 ; 33,63 ; 30,62 et 3,35 ; 6,74 ; 56,69 ; 54,06 g/l cette évolution est tout a fait normale et nous indique sur le bon fonctionnement de la station d'épuration sauf au niveau de stabilisateur qu'est anormal.

Par ailleurs, le contrôle des paramètres du fonctionnement de la station a révélé que :

- La station d'épuration de Bouira fonctionne correctement en faible charge ($C_m < 0,12 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS}_{\text{bassin}}$)

L'ensemble des résultats obtenus mettent en évidence l'efficacité du fonctionnement de la STEP de Bouira à la suivant les principaux d'analyse des boues (MS, MVS, IB).

Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements à tous les niveaux, que ce soit pour l'élimination de la charge carbonée ou celle de rendement MES, DBO, DCO.

CONCLUSION

Le coefficient de biodégradabilité des effluents ($K=1,34$) montre que les eaux des villes étudiées sont purement domestiques et favorable pour un traitement de type biologique.

D'une manière générale, la station d'épuration de la ville de Bouira a présente des concentrations de l'effluent à la sortie très faible et d'abattement organique dépassant 90%.

En perspective on suggère une collaboration entre ONA et l'université de Bouira pour la valorisation agricole des boues qui peuvent être utiliser comme des fertilisants dans différents domaines.

La liste Bibliographique

- [1] Belkacemi L, Makedhi O. (2015). Caractérisation des eaux usées de la station d'épuration de Bouira. mémoire de fin de formation, université de kebabi mohamed Ouali, bouira, p85.
- [2] Graini I. (2011). Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. mémoire Pour l'obtention du Diplôme de magister, Université ferhat abbas, setif, p83.
- [3] Baha S ; Bensari F. (2014). Epuration des eaux usées domestique par les boues activées : étude la performance de la step d'ain el houtz. Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, p90.
- [4] Rodie J. 2005. L'Analyse de l'eau : Eau naturels, Eaux résiduaire, Eaux de mer. 8^{ème} édition, Dunod, Paris, p1365.
- [5] Attab S. (2011). amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local, p11.
- [6] Mouss Moumouni Djermakoye H. (2005). Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries. Caractérisation physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surfaces et les souterraines, Thèse Doctorat, Université de Bamako, p 29.
- [7] Louise S M. (2012) La Gestion durable d l'eau : Ressources ; Qualité ; Organisation .Dunod ,Paris ,p249.
- [8] Ndiaya M, I. (2008). Impact des eaux usées sur la chimie et la microbiologies des sols. édition universitaire européenne, p77.
- [9] Beyade Sidi Salem. (2013). Caractérisation de la composition chimique des eaux usées traitées de la STEP de Sebkh (Nouakchott). mémoire, Master Sciences et Techniques Eau et Environnement, Université Cadi Ayyad. Marrakech, p 47.
- [10] DAFRI A (2008). Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Rapport de fin d'étude (Magistère en Microbiologie appliquée), Université Mentouri. Constantine. 79p.e
- [11] Microsoft Corporation. (2007). Encyclopédie Microsoft Encarta, Redmond, USA.

- [12] Joël Graindonge.(2014) .Ericlandat : la qualité de l'eau potable,p145.
- [13]Dégrement .(1989) .Memento Technique de l'eau .édition de cinquantenaire .9^{ème} édition,p1200.
- [14]Laure Pasquini.(2013) .Micropolluants issus de l'activité domestique dans Les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration ,thèse de doctorat, l'Université de Lorraine Spécialité Géosciences, paris,p271 .
- [15] Benyoub A ; El-Magroud F.Z.(2014) traitements des eaux usées urbaines par Coagulation-floculation et décantation .Mémoire de Master, université MOHAMED BOUDIAF ,oran,p96.
- [16] Eyrolles .(1984).traitement des eaux usées.
- [17] Moulin S, Rozen-Rechels D, Stankovic M. (2013).Traitement des eaux usées , Ecole Normale : Atelier l'eau qualité vs quantité, paris,p13.
- [18] Nahm N.(2014) .Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieure de la révière du litani,litan :approche enviromental. thèse de doctorat,université de lourain, paris, 359P.
- [19] Moulla H ; Barki S.(2014). Suivi de la qualité des eaux et essais de traitement des boues de la station d'épuration des eaux de Bouira,Mémoire de Mastèr,Université M'hamed Bougara, Boumerdes,p89.
- [20] Azouzzi M, Ait Youns O.(2012). Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech .Mémoire de fin d'étude, Université Cadi Ayyad. Mareakch,p70.
- [21] Guerfi Z.(2012). Impact de l'utilisation des boues résiduares sur les propriétés physico-chimique des sols de la haute Vallée de la Medjerda wilaya de Souks. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en écologie et environnement. Pathologie des écosystèmes, université Badji-Mokhtar Annaba,p 97.
- [22] Bassompierre C .(2007) . Procède a boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote a la validation de modèles. thèse de doctorat, institut national polytechnique de grenoble,p 230.
- [23] Cardot C . (2013).Analyse des eaux, génie de l'environnement .édition ellipses,france ,p296.

[24] Dhaouadi H.(2008).Traitement des Eaux Usées Urbaines, Les procédés biologiques d'épuration, Université Virtuelle de Tunis, p30.

[25] Azzabi A .(2012) .Influence des boues résiduaires sur le comportement d'une culture sous-jacente à Touggourt , mémoire de fin d'étude ,En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, universite kasdi Merbah Ouargla ,p56.

[26] El Alaoui R , Taoussi I.(2013) . L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech, memoire de fin d'étude licence en sciences et techniques « Eau et Environnement », Université Cadi Ayyad,p60.

[27] Adler E .(2005) . Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement. Centre d'Affaires des Monts d'or 69290 St Genis les Ollières.p87.

[28] PISSON C.(2000) .Impacte de l'épandage agricole des boues résiduaire urbaine sur la qualite des particule,l'asoapdcte des les chicane ,memoir de fin d'étude. l'ecole nationale de la santé, p102.

[29] Enquêt.(2012).Gestion des boues de station d'épuration, co traitement avec les déchets ménagers.Amorce.serie technique 52,paris,p41.

[30] Noual Z,A.(2015).Etude les désfonctionnement de la STEP de Bouira,mémoire de master II ,génie de l'environnement,université de Boumerdes .

[31] Notice d'exploitation de la station d'épuration de la ville de Bouira.

[32] Manuale de laboratoire de la station d'épuration de la ville de Bouira .

[33] FAO. (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation, p73 .

[34] OMS.(1989).L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture :

recommandation avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, p17-60.

[35] Boutayb M ,Bouzidi A, Fakhaoui M .(2012).Etude de la qualité des eaux usées de cinq ville de région de la chaouia-Ouardigha(MAROC) .Institut sientifique ,section sience de la vie ,Université Hassan 1^{ERE} .n°34(2),p150.

Résumé

La préservation des ressources hydriques est l'un des problèmes majeurs qui pèse sur notre environnement. Pour mieux préserver cette richesse, de nombreux pays procèdent l'épuration des eaux usées (domestiques et /ou industrielles) et à leur réutilisation.

Cette étude comporte un ensemble d'analyses physico-chimiques réalisées au niveau de la station d'épuration de la région de Bouira .

Ce travail a pour but de vérifier l'efficacité du fonctionnement de la station par le procédé des boues activées, pour traiter les eaux usées urbaines de la ville de Bouira.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 95,85% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5) sont respectivement de 82,45% et 92,85 .

Mots clés : station d'épuration, eaux usées, Bouira, boues activées, MVS .

Abstract

Preservation of water resources is one of the major problems in our environment. To better preserve this resource, many countries are in the wastewater (domestic and / or industrial) and reuse.

Our study includes several physico-chemical analyzes performed at the wastewater treatment by sludge activated in the Bouira region

The purpose of this work is to verify the efficiency of the operation of the station By the activated sludge process For treating urban wastewater of The town of Bouira.

The results present satisfactory outputs purifying 95,85% of the suspended matter. The outputs of chemical oxygen demand (COD) and five-day biological oxygen demand (BOD5) is respectively 82,45% and 92,85%. The purpose of this station is the protection and control of water discharges and the protection environment.

Key words: purification plant, wastewaters, Bouira, activated sludge, MVS.

الملخص

حماية الموارد المائية هي من اكبر المشاكل التي تطرحها بيئتنا من اجل الحفاظ على هذه الثروة ولهذا العديد من الدول اقترحت معالجة المياه المستعملة (المنزلية و الصناعية) وإعادة استخدامها.

إن الهدف من هذا العمل هو التحقق من الأداء الفعال لهذه المحطة عن طريق الوحل النشط من اجل معالجة المياه المستعملة المنزلية لولاية البويرة.

أظهرت النتائج أن محصول تصفية المياه المستعملة لشوارد الزائدة هي بنسبة 95.85 وان النتائج لمعطي الكيميائي للأكسجين و المعطي البيولوجي للأكسجين خلال 5 أيام هي علي التوالي 82.45 و 92.85 وذلك ما يؤكد هدف هذه المحطة في حماية و مراقبة النفايات المائية و حماية البيئة.

الكلمات المفتاحية:

محطة التصفية.المياه المستعملة.البويرة. الأوحال النشطة.البقايا الجافة المتطايرة.