

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



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/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 :

MAZOUNI Abdelkrim & RAMDANI Amar

Thème

*Traitement et valorisation des boues de station d'épuration
d'Oued D'Hous.la ville de Bouira.*

Soutenu le : 03/ 07 / 2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. LAKBAL Farouk</i>	<i>MAA.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. MAHDI Khadîdja</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M. DAHMOUNE Farid</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2016/2017

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au laboratoire de la station d'épuration (STEP) des eaux usées d'Oued D'Hous de la wilaya de Bouira.

Nous remercions tout d'abord à Monsieur NOUAL Amin, de nous avoir donné l'accès au laboratoire de la STEP de Bouira ainsi que tout le personnel du de la station d'avoir été très aimable et serviable avec nous pendant la durée de notre stage.

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à Madame MAHDI Khadidja, Maitre de Conférences à la faculté SNVST de l'Université de Bouira, d'avoir accepté de nous encadrer. De nous avoir suivi avec intérêt et pour avoir fait confiance en nous de mener à terme cette recherche. Qu'elle trouve ici, l'expression de notre gratitude.

Nous voudrions remercier Monsieur DAHMOUNE Farid Maitre de conférences à la faculté SNVST de l'Université de Bouira, de nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce mémoire.

Nous tenons à témoigner notre profonde reconnaissance à Monsieur LAKBALLE Farouk Maitre-assistant à la faculté SNVST de l'Université de Bouira, pour avoir acceptée de présider le jury de ce mémoire.

Nos plus vifs remerciements vont également à nos collègues de la spécialité Master Eau, Santé et Environnement.

A la fin nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

MAZOUINI Abdelkrim

Je dédie ce travail à :

Ma famille avec ma profonde gratitude et grand amour,

Mes très chers parents, pour lesquels j'exprime ma sincère reconnaissance pour leur soutien moral et leurs encouragements tout au long de mes études même dans les moments difficiles, ils ont toujours été présents lorsque j'ai eu besoin d'eux, que dieu les protège, je leur serai éternellement reconnaissant,

Mes très chers frères

Mes très chères sœurs

Sans oublier mes très chers amis(es) et tous les collègues de la section Master

option: Eau, Santé et Environnement

Et à tous ceux que j'ai oublié

Et à tous ceux que j'aime

DEDICACES

RAMDANI Amar

Je dédie ce travail à :

Ma famille avec ma profonde gratitude et grand amour,

Mes très chers parents, pour lesquels j'exprime ma sincère reconnaissance pour leur soutien moral, et leurs encouragements tout au long de mes études même dans les moments difficiles, ils ont toujours été présents lorsque j'ai eu besoin d'eux, que dieu les protège, je leur serai éternellement reconnaissant

Mes très chers frères

Mes très chères sœurs

Mes très chers amis(es) et tous les collègues de la section Master option Eaux

Santé et Environnement

Et à tous ceux que j'ai oublié

Et à tous ceux que j'aime

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Chapitre I : Etude bibliographique

Page

I. L'origine des eaux usées.....	03
I.1. Définition.....	03
I.2. L'origine des boues urbaine.....	03
I.2.1. Traitement des eaux usées.....	03
I.2.1. Les différentes étapes de traitement des eaux usées.....	03
I.2.1.1. Le prétraitement.....	03
I.2.1.2. Le traitement primaire.....	04
I.2.1.3. Le traitement secondaire.....	04
I.2.1.4. Traitement tertiaire.....	04
I.3. Les boues dépuration.....	05
I.3.1. Définition d'une boue d'épuration.....	05
I.4. Les différents types des boues.....	05
I.4.1. Les boues primaires.....	06
I.4.2. Les boues biologiques ou secondaires	06
I.4.3. Les boues physico-chimiques.....	06
I.5. Les caractéristiques des boues.....	06
I.5.1. Les caractéristiques chimiques des boues.....	06
I.5.1.1. Les matières sèches.....	06
I.5.1.2. Les matières volatiles sèche.....	06
I.5.1.3. Les matières minérales.....	07
I.5.1.4. Fraction volatile (en % des matière sèche).....	07
I.5.1.5. La siccité.....	07
I.5.1.6. Indice de boue.....	07

I.5.1.7. Définition le volume de décantation.....	07
I.6. Les caractéristiques biologiques des boues.....	08
I.6.1. Les bactéries.....	08
I.6.2. Les virus.....	08
I.6.3. Les parasite.....	08
I.6.4. Les micropolluantes.....	08
I.6.5. Composition des matières organiques.....	09
I.6.6. Composition des matières minérales.....	09
I.7. Les caractéristiques physiques des boues.....	09
I.7.1. La viscosité.....	09
I.7.2. Masse volumique.....	09
I.7.3. Le pouvoir calorifique	09
I.7.4. Le pouvoir calorifique inferieur	09
I.8. Les métaux lourds.....	10
I.8.1. Définition.....	10
I.8.2. Les métaux lourds dans les boues.....	10
I.9. Les différentes filières de traitement des boues	11
I.9.1. Epaissement.....	11
I.9.2. La stabilisation.....	12
I.9.3. La déshydratation.....	13
I.10. Destination finale des boues.....	15
I.10.1. L'incinération.....	15
I.10.2. Valorisation énergétique.....	15
I.10.3. Utilisation agricole.....	15
I.10.4. Solutions alternatives.....	16
I.11. Les impacts des boues sur l'environnement.....	16

Chapitre II: présentation de la STEP

II. Présentation de l'entreprise d'accueil.....	17
II.1. La présentation de la station d'épuration de Bouira.....	17
II.2. La localisation de la station.....	17
II.3. Description des installations dans la STEP.....	19

II.4. Les bases de dimensionnement de la STEP	20
II.5. Données générales de la STEP	21
II.6. Qualité des eaux épurées rejetées.....	22
II.7. Traitement des boues.....	21
II.7.1. Epaissement des boues.....	21
II.7.2. Stabilisation des boues avec turbines superficielles à Flottants.....	23
II.7.3.1. Déshydrations mécanique des boues.....	24
II.7.3.2. Déshydratation des boues en lits de séchage.....	25

Chapitre III: méthodes et matériels

III.1. Procédure d'échantillonnage des boues.....	26
III.2. Le choix d'un point de prélèvement.....	26
a. Boues de retour.....	26
b. Boues épaissies et boues stabilisées.....	26
c. Boues déshydratés.....	26
d. Boues de lits de séchage.....	27
III.3. La quantité de la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boue, la siccité et le volume de décantation.....	27
III.3.1. Mode opératoire de la détermination la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boue, la siccité et le volume de décantation.....	27
III.3.1.1. Le volume de décantation.....	27
III.3.1.2. La matière sèche et la matière volatile sèche.....	27
III.3.1.3. Indice de boues	28
III.3.1.4. La siccité.....	29
III.3.1.5. La Matière Sèche.....	29
III.4. L'analyse des boues résiduaires.....	29
III.4.1. Échantillonnage (point, méthode et matériels de prélèvement).....	29
III.4.2. Les analyses des métaux lourds.....	30
III.4.3. Les analyse des éléments (azote, phosphore, potassium et Magnésium)	30
III.5. Les paramètres bactériologiques	30

Chapitre IV: Résultats et Discussion

IV.1. Résultats des analyses des boues	32
IV.2. Résultats d'analyse des métaux lourds.....	36
IV.3. Les résultats des éléments fertilisants de la boue sèche et la boue de déshydratation mécanique.....	37
IV.4. Les résultats de l'observation microscopique.....	37
IV.4.1. Observation microscopique des boues.....	37
Conclusion	
Références bibliographiques	

ONA: Office nationale de l'assainissement

μS: Micro-Siemens

DBO: Demande Biochimique en Oxygène

DCO: Demande Chimique en Oxygène

COT: Carbone Organique Totale

CEE: Communauté Economique Européenne

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

V30: le volume décanté pendant 30 minutes

MES: Matières en suspensions

MVS: Matières volatiles en suspensions

IB: Indice de boue

STEP: Station d'épuration

EH: Equivalent-Habitants

OVH: Oxydation par voie humide

PCI: Le pouvoir calorifique inferieur

Sc: siccité

MMS: matière minérale en suspension

MS: matière sèche

CEN: le Comité Européen de Normalisation

A.F.E.E: Association Française pour l'Etude des Eaux

OIE: Office International de l'Eau

	page
Figure 1: schéma d'une filière traditionnelle d'épuration des eaux usées.....	5
Figure 2: coupe longitudinal d'un épaisseur gravitaire.....	12
Figure 3: Schéma de la composition principale du lit de séchage.....	14
Figure 4: Schéma de la localisation de la STEP.....	17
Figure 5: Vu Panoramique de la Station Oued D'Hous.....	18
Figure 6: Image de la station par Google earth.....	18
Figure 7: Photo de l'épaisseur de la station d'épuration.....	23
Figure 8: Photo de bassin de stabilisation de la station d'épuration.....	24
Figure 9: Déshydrations mécanique des boues.....	24
Figure 10: Photo de la boue du Lits séchage.....	25
Figure 11: Les endroits de prélèvement les boues déshydratée et boues séchée....	30
Figure 12: Les différents types des flagellés.....	38
Figure 13: Les ciliés nageurs.....	39
Figure 14: Les ciliés fixes.....	40
Figure 15: Vorticelles à pédoncule long.....	40
Figure 16: Epistylis rotan.....	41
Figure 17: Les ciliés brouteurs.....	41
Figure 18: Les métazoaires (Rotifère, Nématode).....	42

		Page
Tableau 1:	les valeurs limitées des métaux lourds dans la boue.....	11
Tableau 2:	Les bases de dimensionnement de la STEP.....	20
Tableau 3:	Données générales de la STEP.....	21
Tableau 4:	La qualité des eaux épurées rejetées.....	22
Tableau 5:	Les paramètres et fréquences d'analyse.....	27
Tableau 6:	Les concentrations de la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boues et le volume décanté de bassin d'aération 1.....	32
Tableau 7:	Les concentrations de la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boues et le volume décanté de bassin d'aération 2.....	32
Tableau 8:	Les concentrations de la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boues et le volume décanté de bassin d'aération 3.....	33
Tableau 9:	Les concentrations de la matière sèche, la matière volatile sèche, l'indice de boues et le volume décanté de bassin d'aération 4.....	33
Tableau 10:	Les concentrations de la matière sèche, de la boue de retour	34
Tableau 11:	Les concentrations de la matière sèche et la matière volatile sèche de la boue de l'épaississeur.....	34
Tableau 12:	Les concentrations de la matière sèche et la matière volatile sèche de la boue de stabilisateur.....	35
Tableau 13:	Le pourcentage de la siccité (la boue de déshydratation mécanique).....	35
Tableau 14:	Le pourcentage de la siccité (la boue du lit de séchage).....	36
Tableau 15:	Rapport d'analyse d'un échantillon de boues séchée par l'absorption atomique.....	36
Tableau 16:	Résultats d'analyse des boues résiduelles (NPK).....	37
Tableau 17:	L'observation microscopique dans les boues des bassins d'aération.....	43

Introduction

L'eau consommée ou utilisée par l'homme à l'échelle domestique ou industrielle génère inévitablement des déchets. Ces eaux usées sont recueillies par les égouts et dirigées vers les stations d'épuration afin d'être purifiées avant leur réintroduction dans le milieu naturel. Leur traitement dans les stations permet de séparer une eau épurée d'un résidu secondaire, les boues, qui présentent les caractéristiques d'un amendement organique bien pourvu en matière organique, azote, phosphore ainsi qu'en oligo-éléments [1].

Une station d'épuration existe pour protéger le milieu environnant notamment la ressource hydrique. La protection de la ressource hydrique est le rôle principal de la station à savoir eau souterraine, eau de surface, eau de baignade (zone côtière). Les rôles secondaires restent bien entendu la réutilisation des eaux épurées en agriculture et à usage industriel ainsi que la valorisation des boues produites en agriculture [2].

Les procédés de traitement des boues existants au niveau des stations d'épuration dépendent de l'origine et de la nature des boues produites par ces stations [2].

Les quantités de boues produites sont très importantes et leur élimination pose un problème délicat donc il faut mettre un traitement et des analyse avant de les utilisé dans l'agriculture. Ces traitements consistent essentiellement d'une stabilisation pour bloquer toute activité biologique [2].

Le traitement des boues conduit à la réduction de la teneur en eau basé sur des procédés d'épaississement ou/et de déshydratation après conditionnement des boues, et des traitements complémentaires ou post-traitement qui permettent une meilleur stabilisation de la boue ce qui facilité sa manipulation : compostage [3].

Notre travail consiste à étudier les caractéristiques et les analyse de boues issues de la station d'épuration (STEP) des eaux usées de Bouira. Cette étude permet de donne des résultats sur les boues résiduaires pour choisir la principale voie d'élimination des boues des STEP. Dans laboratoire de la station on a fait des analyses sur les boues produites pour valoriser ces derniers en agriculture et prendre cette dernière comme choix principale de voix d'élimination des boues de la STEP.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres : Le premier chapitre est une étude bibliographique, sur la description des boues résiduaires et leurs différents traitements.

Dans le deuxième chapitre est dédiée une présentation de la STEP de Bouira (Oued D'Hous). Les différentes techniques expérimentales et les moyens utilisés pour l'ensemble des expériences

Sont décrites dans le troisième chapitre. Le quatrième chapitre résume les résultats et la discussion après les analyses des boues et la comparaison de ces derniers aux normes AFNOR. Ce travail se termine par une conclusion et des perspectives.

Etude bibliographique

I. L'origine des eaux usées

I.1.Définition

La pollution des eaux usées est due à l'introduction de substances indésirables capables de modifier les caractéristiques physico-chimiques d'une eau, cette dernière est un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution, notamment celle qui est issue des activités quotidiennes domestiques, industrielles et agricoles [4]. Les eaux usées sont classées en quatre types :

- **Les eaux usées domestiques:** produites essentiellement par le métabolisme humain et les activités ménagères.
- **Les eaux usées industrielles :** qui proviennent de locaux utilisés à des fins industriels, commerciales, artisanales ou des services.
- **Les eaux pluviales :** qui proviennent des précipitations atmosphériques, elles sont chargées des matières minérales en suspension.
- **Les pollutions d'origine agricoles :** qui proviennent des terres cultivées après lessivages et ruissèlement, ces eaux sont riches en éléments fertilisants [5].

I.2.L'origine des boues résiduaires

I.2.1.Traitement des eaux usées

Les boues des stations d'épuration sont des produits résiduaires qui résultent du traitement des eaux usées dans la station d'épuration. Les effluents urbains, comprennent les eaux résiduaires urbaines d'origine domestiques et éventuellement industrielle et les eaux pluviales, subissent un traitement de dépollution avant leur rejet dans le milieu naturel. L'épuration consiste essentiellement à éliminer les pollutions organique, minérale des effluents et ce par biais de divers prétraitements et traitements [6].

I.2.1.Les différentes étapes de traitement des eaux usées

La station d'épuration des eaux usées d'une agglomération urbaine important comporte une chaîne de traitement dont la complexité dépend des degrés d'épuration jugée nécessaire, cette chaîne comprend [7]:

I.2.1.1.Le prétraitement

Il s'agit d'un traitement physique qui vise à extraire de l'eau brute les matériaux en suspension. Il compte principalement les trois étapes suivantes :

- **Le dégrillage** : est la première étape de traitement des eaux, son objectif est la séparation des grosses particules, des plastiques, des fibres, etc.
- **Le dessablage** : Il a pour objectif l'extraction des sables et des substances minérales, ceci afin d'éviter l'abrasion et le colmatage des installations.
- **Le déshuilage** : Consiste à séparer les produits de densité inférieure à l'eau par effet de flottation [7].

I.2.1.2. Le traitement primaire

Il consiste à éliminer une grande partie des matières en suspension qui n'ont pas été retenues par dégrillage ou dessablage. Ces particules ont généralement des densités relatives proches de 1 et leur vitesse de décantation est plus faible que celle du sable. Il est nécessaire d'utiliser des décanteurs relativement grands avec des volumes qui correspondent à des temps de séjour hydraulique (TSH) de quelques heures [6].

I.2.1.3. Le traitement secondaire

Pendant ce traitement s'effectue principalement la dégradation de la matière organique. Des procédés biologiques (aérobie, anaérobie) et physico-chimiques (coagulation /floculation) peuvent être mis en place. Le principe des procédés biologiques est de faire dégrader les substances organiques présentes dans l'eau par les microorganismes qu'elle contient. [7].

I.2.1.4. Traitement tertiaire

L'expression (traitement tertiaire) peut désigner plusieurs types de traitement ou différentes fonctions en vue d'atteindre un niveau de traitement de qualité supérieure à ce que l'on pourrait normalement atteindre d'un traitement secondaire. Le traitement tertiaire peut viser un enlèvement plus poussé pour des paramètres conventionnels comme les matières en suspension ou encore certains paramètres pour lesquels il y a peu d'élimination dans un traitement secondaire comme le phosphore, les nitrates...etc. Parmi les étapes qu'on peut trouver dans un traitement tertiaire : La déphosphoration, La désinfection et La dénitrification [8].

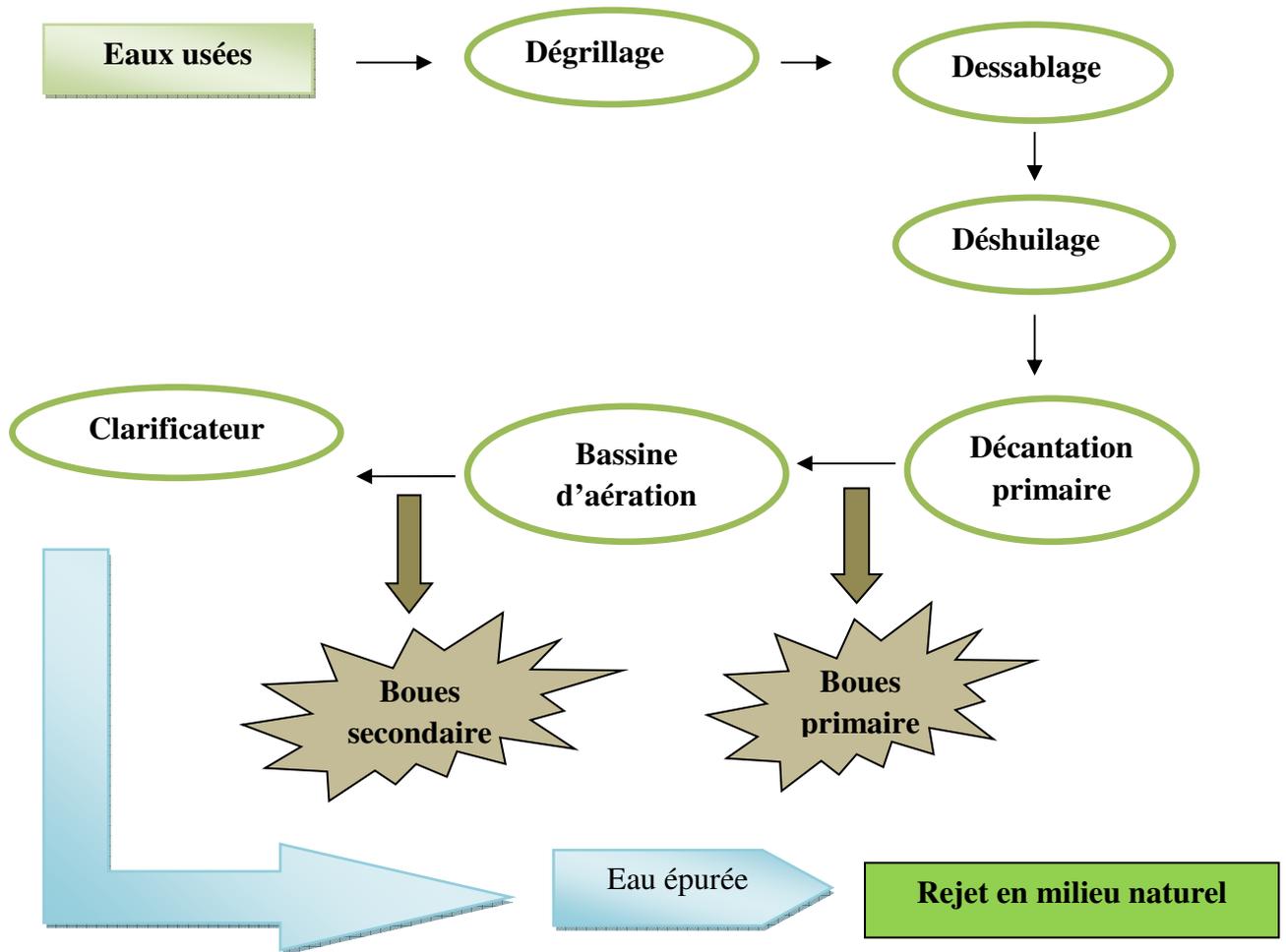


Figure 1 : schéma d'une filière traditionnelle d'épuration des eaux usées.

I.3. Les boues d'épuration

I.3.1. Définition

Les boues sont définies comme un mélange d'eau et de matières solides, séparé par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui le contiennent [9]. Les boues d'épuration sont les sédiments résiduels issus du traitement des eaux usées, les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particules et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire [10].

I.4. Les différents types des boues

Au cours des traitements primaires et secondaires des boues sont produites, elles sont classées en trois grandes catégories de boues urbaines (figure I, 1) qui diffèrent par grande hétérogénéité de nature et de composition [6].

I.4.1. Les boues primaires

C'est les boues de traitement primaire appelées boues fraîches, elles sont obtenues au niveau de décanteur primaire par simple décantation des matières en suspension (MES) contenue dans les eaux usées [11].

I.4.2. Les boues biologiques

Ce sont les boues issues du traitement biologique des eaux usées. Elles sont issues des purges en sortie des bassins d'aération et sont également appelées boues activées en excès. On distingue aussi [10]

- a. **les boues mixtes** : C'est le mélange des boues biologiques et des boues primaires. Ce mélange est généralement réalisé avant la stabilisation des boues [11].
- b. **les boues d'aération prolongée** : Ces boues existent au niveau de STEP sans décantation primaire. Elles sont moins organiques et donc produisent moins de nuisances ultérieures [10].

I.4.3. Les boues physico-chimiques

Sont générées par l'ajout d'un réactif injecté soit en tête de traitement, soit en traitement de finition, en tertiaire, on retrouve souvent dans ces boues des hydroxydes, voire d'autres métaux dans le cas des industries de traitement de surface. Ces boues peuvent donc présenter certaine similitude avec des boues d'eau potable [12].

I.5. Les caractéristiques des boues

I.5.1. Les caractéristiques chimiques des boues

I.5.1.1. Les matières en suspension

Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques ou minérales, non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel [13].

I.5.1.2. Les matières volatiles sèches

Elles représentent la fraction organique des matières sèches et sont obtenus par calcination de ces matières sèches à 525 °C/2 h, la différence de poids entre les matières sèches à 105 °C et les matières sèches à 525 °C donne la (perte au feu) et correspondant à la teneur en matières volatiles sèches en (mg /l) d'une eau [13].

I.5.1.3. Les matières minérales

Elle représente le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son (extrait sec) constitue à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matière organiques consommatrices d'oxygène [13].

I.5.1.4. Fraction volatile (en % des matières sèches)

C'est le rapport des matières volatiles (en g/l) sur les matières sèches (en g/l). Elle donne une précieuse indication sur le degré de stabilisation de la boue et son aptitude à divers traitement (déshydratation, incinération....) [14].

I.5.1.5. La siccité

Les boues sont constituées d'eau et de matière sèche. La siccité est le pourcentage massique de matière sèche. Ainsi une boue avec une siccité de 10 % présente une humidité de 90%.

- Boues liquide : siccité de 0-10%.
- Boues pâteuses : siccité de 10 -25%.
- Boues solides : siccité de 25 -85%.
- Boues sèches : siccité supérieure à 85% [15].

I.5.1.6. Indice de boue

L'indice de boue est défini à partir de tests de décantation permettant d'obtenir des volumes de boues compris entre 100 et 250 ml [16]. Si:

IB < 100 : correspondent à des boues qui sédimentent facilement.

100 < IB < 200 : décantation difficile (quelques filament).

IB > 200 : mauvaise décantation (boue riche en filament) [17].

I.5.1.7. Définition de volume de décantation

Le volume décanté pendant 30 min, doit impérativement être inférieur à 300 ml, au-delà, y a nécessité d'opérer une dilution des boues par de l'eau avant la réalisation du test [16].

I.6. Les caractéristiques biologiques des boues

Les boues résiduaires contiennent une grande quantité de microorganismes (virus, bactéries et parasites), ils sont éliminés de l'eau avec les boues qui décantent. La concentration de pathogènes peut être réduite significativement par les procédés de traitement des boues, comme la digestion anaérobie, aérobie et compostage [18].

I.6.1. Les bactéries

Dénombrer de différents types de bactéries dans les boues, une partie de celle-ci est d'origine fécale et certaines sont porteuses de germe, elles peuvent donc être pathogènes.

Elles sont classées en quatre types :

- aérobies strictes qu'elles développent qu'en présence d'air, elles sont nombreuses dans les boues activées.
- aérobies facultatives qui peuvent se développer en anaérobiose par consommation de l'oxygène contenue dans la matière organique (aéromonase).
- anaérobies facultatives qui peuvent supporter la présence de l'air mais ne se développent que grâce à des processus anaérobies (lactobacillus).
- anaérobies strictes dont le développement ne s'effectue qu'en anaérobiose (Clostridium) [18].

I.6.2. Les virus

On trouve des entérovirus, des adénovirus adsorbés sur la matière organique solide des boues dans une proportion non négligeable environ 30% des échantillons de boues. Leur élimination n'est pas facile à mener à bien mais selon l'utilisation ultérieure des boues, il faut s'en préoccuper [18].

I.6.3. Les parasites

On trouve de très nombreux parasites dans les boues d'origine fécale ou tellurique. Les cas les plus fréquents sont les œufs d'ascaris [18].

I.6.4. Les micropolluants

Les boues contiennent, en faible quantité de nombreux produits qui peuvent être soit toxiques pour les plantes, présentent des inconvénients ou même des dangers pour l'homme par l'intermédiaire des plantes [19].

I.6.5. Composition des matières organiques

Les boues sont constituées de matières organiques complexes non dégradées. Ces dernières sont principalement constituées de quatre grandes familles : les protéines, les lipides, et les carbohydrates (glucose) et les acides gras [19].

I.6.6. Composition des matières minérales

Il s'agit essentiellement de ce qui nomme des métaux lourds, qui ont été très largement étudié en laboratoire et sur le terrain pour leur rôle dans le développement des cultures irriguées par des boues liquides ou solide [20].

I.7. Les caractéristiques physiques des boues

I.7.1. La viscosité

Les boues ne sont pas des liquides newtonien, on mesure leur viscosité en fonction de la contrainte de cisaillement, cette viscosité permet de définir leur caractères thixotropiques qui est important pour leur transport [21].

I.7.2. Masse volumique

Elle permet de calculer le volume de boue à convoyer, en l'absence de mesure pour une boue liquide ou pâteuse, on peut considérer en première approximation la pondération suivante [22] :

$$r = 100 (1-S) + (900 FV + 2700 FM) S$$

$$FM = (1-FV)$$

I.7.3. Le pouvoir calorifique

Les teneurs en matières organique des boues leur donne une aptitude à la combustion non négligeable qui permet de l'incinérer [23].

I.7.4. Le pouvoir calorifique inférieur

Son importance est primordiale en incinération, généralement exprime par rapport aux MV, il est relié au C, H, N, O, S, par écriture de la stœchiométrie de combustion [24].

I.8. Les métaux lourds

I.8.1. Définition

Un métal est une matière, issue le plus souvent d'un minerai ou d'un autre métal doté d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, pas biodégradable et toxique cumulatif (accumulation dans les tissus des organismes vivants), se combinant ainsi aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie. La notion d'éléments des traces métalliques ou (ETM) tend à remplacer celle des métaux lourds qui a été et qui reste un concept mal défini ils associant des métaux toxiques réellement lourds avec d'autres l'étant moins [25].

I.8.2. Les métaux lourds dans les boues

L'importance des métaux lourds dans les boues dépend de l'importance des métaux lourds dans les eaux entrant en station, issues elles-mêmes de quatre origines : des activités domestiques, de l'activité urbaine, de l'activité commerciale (ex: laboratoires) et de l'activité inertielle. Cette importance est surtout liée aux effectifs (taille de la population raccordée au réseau assainissement), et au type d'activité. Les éléments traces évoluant sous différents états physiques : sous l'état particulier (matières solides décantable), sous un état colloïdal-matière solides non décantables et sous un état dissous 45% de plomb, du zinc, du cadmium, du chrome, se trouvent à l'état dissous dans les eaux usées, et sont par conséquent difficilement éliminable [24]. La concentration des métaux dans les boues dépend du type de l'eau résiduaire qui est traité, le cadmium, Chrome, plomb, Nickel, mercure, argent et zinc peuvent être présents [26] les valeurs limites des métaux lourds dans les boues sont inscrites dans le tableau 1.

Tableau 1: les valeurs limitées des métaux lourds dans la boue

Métaux	La valeur limite dans les boues (mg /KG) MS
Cadmium	10
Chrome	1000
Cuivre	1000
Plomb N	800
Mercure	16
Nikel	200
Zinc	3000
Chrome + Cuivre + Nikel + zinc	4000

I.9. Les différentes filières de traitement des boues

Le traitement des boues est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues en excès afin de rendre leur destination finale sans nuisance.

I.9.1. Epaissement

L'objectif de cette étape est réduire la quantité d'eau pour diminuer le volume des boues pour les étapes suivantes de traitement. Très souvent l'épaissement est réalisé par des moyens physiques tels la flottation, la centrifugation ou la mise dans des bassins pour une simple sédimentation [27]. Il existe deux types d'épaissement : l'épaissement gravitaire et l'épaissement dynamique.

I.9.1.1. Epaissement gravitaire (décantation)

Cette technique est la plus utilisée pour la concentration des boues, elle est très répandue dans les grands stations (10000 - 100000 EH). Une hauteur de 3,5 à 4m est préconisée pour le bassin de décantation, en tenant compte du volume de stockage, afin de faciliter le tassement de la boue. La siccité des boues à la sortie de ce procédé varie de 2 à 10% selon la nature des boues traitées. Ce procédé est peu coûteux (consommation énergétique de

l'ordre de 1 à 7 k WH/t MS). Son exploitation est simple mais de faible performance sur les boues biologiques (boues très fermentescibles) avec une siccité seulement de 1,5 – 2,5%. De plus, la mise en place de l'ouvrage nécessite une surface et un volume très important. Le temps de séjour des boues dans l'épaississeur est d'environ 48 h. la performance est variable selon la nature des boues pour les boues primaire, 40-80 kg de MS/m/jour, et pour les boues biologiques : 25kg de MS/m/jour [28]. La figure 2 représente une coupe longitudinale d'un épaississeur gravitaire

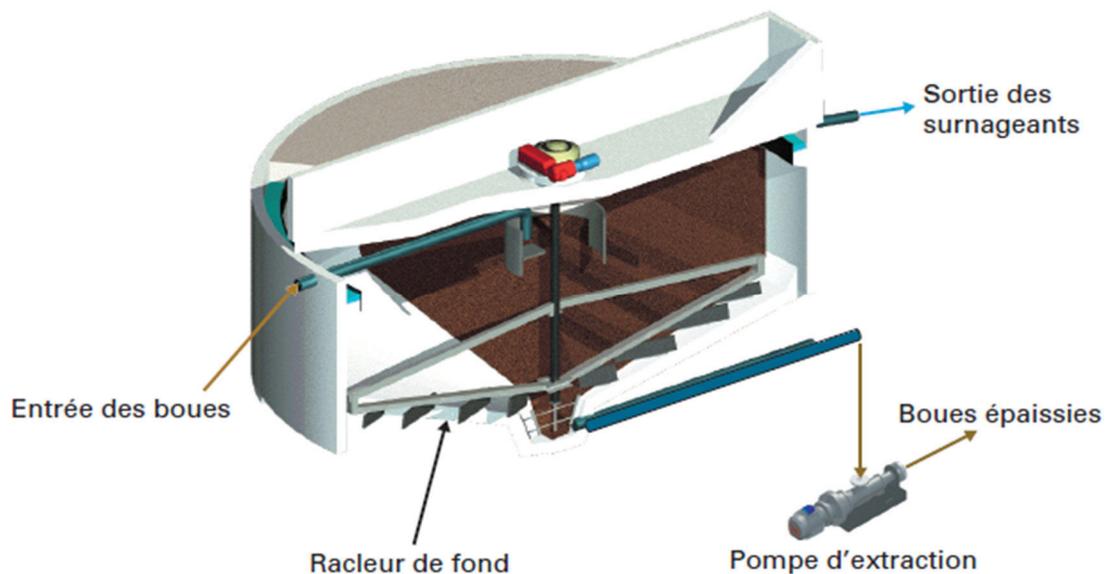


Figure 2: coupe longitudinale d'un épaississeur gravitaire

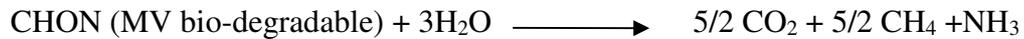
I.9.1.2. Epaisseur dynamique

Depuis quelques années, trois techniques d'épaississement dynamiques qui en particulier avec les boues légères, permettent d'obtenir des meilleurs taux d'épaississement au prix. Il est vrai d'une forte dépense d'énergie électrique et éventuellement de réactifs flocculant. Il s'agit de la flottation, de la décantation et centrifuge, plus récemment, des grilles et tamis d'égouttage [27].

I.9.2. La stabilisation

Vise la neutralisation des matières organiques susceptibles de subir des phénomènes de fermentation. Quand la composition des boues reste constante au cours du temps, celle-ci sont alors dites stabilisées. La stabilisation peut être biologique aérobie ou anaérobie ou par stabilisation chimique [29]. La stabilisation elle permet d'éliminer 20 à 50% de la matière organique. Elle peut se faire par :

- **digestion anaérobie** : celle-ci a lieu dans le digesteur où les matières organiques subissent une transformation en dioxyde de carbone et méthane avec également production d'ammoniac [30].



- **digestion aérobie**: C'est une transformation de la matière organique par oxydation en milieu aérobie avec dégagement de chaleur et production des dioxydes de carbone, pour cela les boues séjournent dans des bassins dites stabilisation [30].



- **par stabilisation chimique** : c'est une méthode peu onéreuse, qui permet une diminution du pouvoir fermentescible de la boue, au moins temporairement, par ajout de la chaux à la boue, à des doses bactériostatiques. Une stabilisation chimique efficace passe par un mélange intime de la chaux et des boues [31].

I.10.3. La déshydratation

La déshydratation est une étape du traitement des boues faisant passer les boues de l'état liquide à un état solide. Elle permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire. Il existe deux types de déshydratation des boues [32] : la déshydratation mécanique et la déshydratation naturelle

I.10.3.1. La déshydratation mécanique

Dans les stations d'épuration, l'étape de traitement finale des boues est leur déshydratation afin d'éliminer un maximum d'eau. Une teneur en matière sèche située entre 15 et 35% est obtenue. Les boues contiennent encore jusqu'à 85% d'eau. Il est donc impératif d'optimiser cette étape afin d'assurer la plus grande élimination possible d'eau. Les procédés de déshydratation généralement utilisés sont le filtre à bandes presseuses, le filtre presse et la centrifugeuse.

a - Filtre à bandes presseuses : c'est la filtration sous pression progressive, de 0,3 à 1 bar: comprime la boue au moyen de rouleaux entre une bande filtrante et une bande presse. Le processus comporte les étapes suivantes : la floculation avec des poly-électrolytes, l'égouttage sur un support filtrant de l'eau interstitielle libéré et le pressage de la boue drainée, entre deux toiles qui la compriment progressivement.

b- Filtre presse : c'est un appareil qui permet de filtrer des boues en chambre étanche sous des pressions de l'ordre de 5 à 15 bars il fonctionne en discontinu.

C- la centrifugeuse: peut être assimilée à une sédimentation accélérée. La centrifugation est précédée d'un conditionnement à l'aide de polymères de synthèse aboutissant à une boue flocculé [33].

I.9.3.2. Déshydratation naturelle

Le système consiste à sécher les boues à l'aire libre sur lits de séchage drainés.

1. Lit de séchage : Utilise les lits de séchage pour des boues très minéralisées issues d'une station d'épuration totale ou d'un dispositif de digestion des boues [34]. introduit la boue dans des bassins peu profonds contenant des graviers et du sable munis d'un système de drainage, la déshydratation naturelle des boues s'opère en fait de deux façons [35]. La filtration naturelle à travers le lit qui permet la perte jusqu'à 80% de la teneur en eau et l'évaporation naturelle (séchage atmosphérique).

Le lit de séchage est composé de plusieurs couches (Figure 3) à s'avoir:

- une couche supérieure de sable de 5 à 10 cm. (calibre 0,5 à 15 mm).
- une couche intermédiaire de gravier fin de 10 cm (calibre 5 à 15 mm).
- une couche inférieure de gros gravier de 20 cm (calibre 10 à 40 mm).
- les matériaux reposant sur un sol imperméabilisé et nivelé.
- des grains en ciment ou en plastique sont disposés avec une légère pente sur la couche de base. La figure 3 représenté la composition principale du lit de séchage

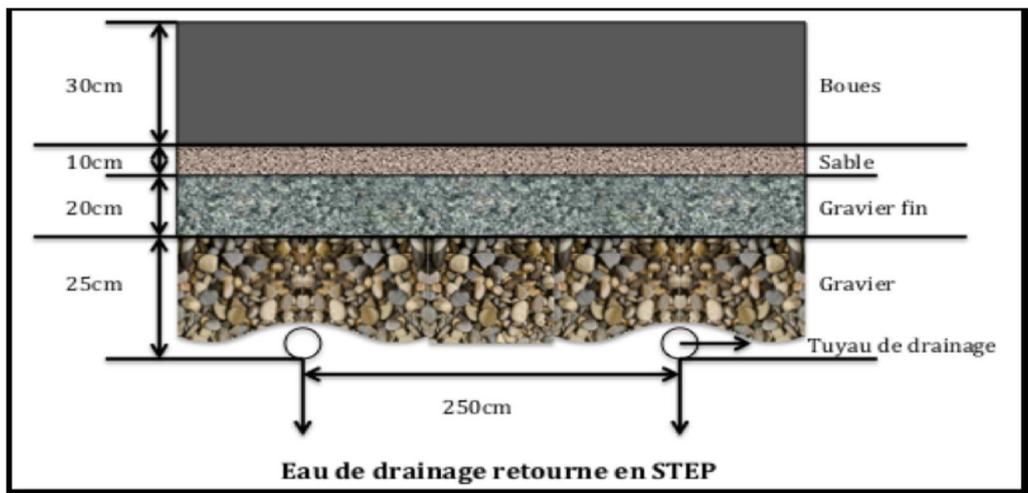


Figure 3: schéma de la composition principale du lit de séchage

I.10. Destination finale des boues

Pour la destination finale de boues déshydratées, pourra (en fonction des propriétés économiques) envisager soit l'incinération, la valorisation énergétique ou la valorisation agricole [36].

I.10.1. L'incinération

Elle réalise la destruction de la matière organique des déchets par combustion à haute température (+ de 500 °C) produisant des fumées et des matières minérales résiduelles nommées cendre. Dans l'objectif d'une valorisation énergétique des déchets, la chaleur produit est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui-même ou pour le chauffage urbain ou industriel [37]. Les résidus de l'incinération (Mâchefer) sont utilisables pour les travaux publics. Les boues seules ne sont pas auto combustibles, elles nécessitent des fours spéciaux et un mélange avec d'autres déchets ménagers [38]. L'élimination des cendres et des mâchefers exigent une décharge contrôlée de classe I ou une unité d'inertie. Cette technique reste aussi néfaste de point de vue écologique et environnemental puisqu'elle contribue en plus du gaspillage de matières organiques utiles pour le sol à la diffusion de gaz très toxiques (NO, CO, SO, dioxine, etc.) qui ont fait l'objet dérèglementation spécifiques [39].

I.10.2. Valorisation énergétique

La valorisation énergétique est un procédé qui permet de valoriser des matières organiques en produisant une énergie renouvelable (électricité, chaleur). La valorisation énergétique (méthanisation ou pyrolyse) des boues participe de manière évidente à la protection de l'environnement [40].

I.10.3. Utilisation agricole

La valorisation agricole des boues résiduaires peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique (C, N, P...), pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique du à l'incinération ou à

l'enfouissement dans les décharges. Les boues résiduelles peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais coûteux [41].

I.10.4. Solutions alternatives

✓ **Oxydation par voie humide (OVH) :** Les boues épaissies (3 à 4% MS) sont éliminées par oxydation à chaud (220- 230°C) en présence d'air ou d'oxygène pur, sous pression (4000 à 13000 K Pa). Pour éviter une évaporation de l'eau. Le temps de séjour varie entre 30 et 60 minutes. La réaction détruit jusqu'à 95% de la matière organique en la transformant principalement en dioxyde de carbone et en ammoniac [42].

✓ **La Co-incinération en cimenterie :** Cette technique offre une possibilité d'élimination des boues d'épuration déshydratées ou séchées [43].

✓ **La gazéification :** Elle peut convertir à forte température (900- 1100°C) une énergie contenue dans un matériau solide en un résidu inerte et un gaz calorifique valorisable sous forme de chaleur ou d'électricité, avec des rendements énergétiques et un bilan environnemental favorable [44].

✓ **Thermolyse :** La thermolyse ou pyrolyse des boues (> 85% MS) est obtenue en absence d'air ($O_2 < 2\%$), à moyenne (400- 500°C) ou haute (500- 700°C) température. Cette distillation thermique nécessite un apport externe d'énergie et produit du gaz [45].

I.11. Les impacts des boues sur l'environnement

Les boues d'épuration sont considérées comme des déchets dangereux, qu'il tend à se concentrer les métaux lourds et les composés organiques faiblement biodégradables ainsi que, des organismes pathogènes (virus, bactéries...etc.) présent dans les eaux usées.

La plupart des polluants présents dans les boues d'épuration sont adsorbés par les particules du sol. Les modifications de la composition du sol vont essentiellement dépendre des propriétés du sol récepteur (sol de décharge), le substratum de la décharge, de situation géographique dans laquelle s'y trouve, et de climat du milieu.

Les lixiviats ou jus de décharge constituent le principal contaminant de la nappe phréatique. Les boues contiennent notamment des eaux et des éléments polluants les lixiviats qui peuvent percoler dans les nappes phréatiques, lors d'une période fortement pluvieuse et suivant au l'écoulement des eaux, ils vont affecter les eaux de surface.

Le transport des quantités importantes des boues d'épuration et la mise en décharge présentent l'impact le plus important à cause de la dispersion des substances toxiques dans

l'atmosphère et principalement l'émission gazeuse de sulfure et de l'azote qui peuvent être dangereuses pour la santé humaine et animale [46].

Présentation de la
STEP

II. Présentation de l'entreprise d'accueil

II.1. La présentation de la station d'épuration de Bouira

La STEP de la ville de Bouira est une filiale de l'ONA (Office National d'Assainissement), cette station est réalisée par une entreprise allemande PASSAVANT RODIGER. Cette nouvelle station d'épuration a une capacité nominale 25840 m³/j Equivalent-Habitants (EH) et assure le traitement des pollutions carbonées, azotées et phosphorées. Les eaux usées à traiter par la station d'épuration sont constituées par des effluents d'origine domestique et industrielle. La population domestique a été estimée à 80% de la charge traitée par la station, les eaux résiduelles industrielles représenteront donc 20% de la charge totale.

II.2. La localisation de la station

La station d'épuration se situe à l'est-sud du chef-lieu de la ville de Bouira et sur la rive gauche d'oued d'hou. Le Chef lieu de la wilaya est située à 100km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 4 454 Km². La station se situe à environ 2 Km de la ville de Bouira (Figure 4, 5 et 6).

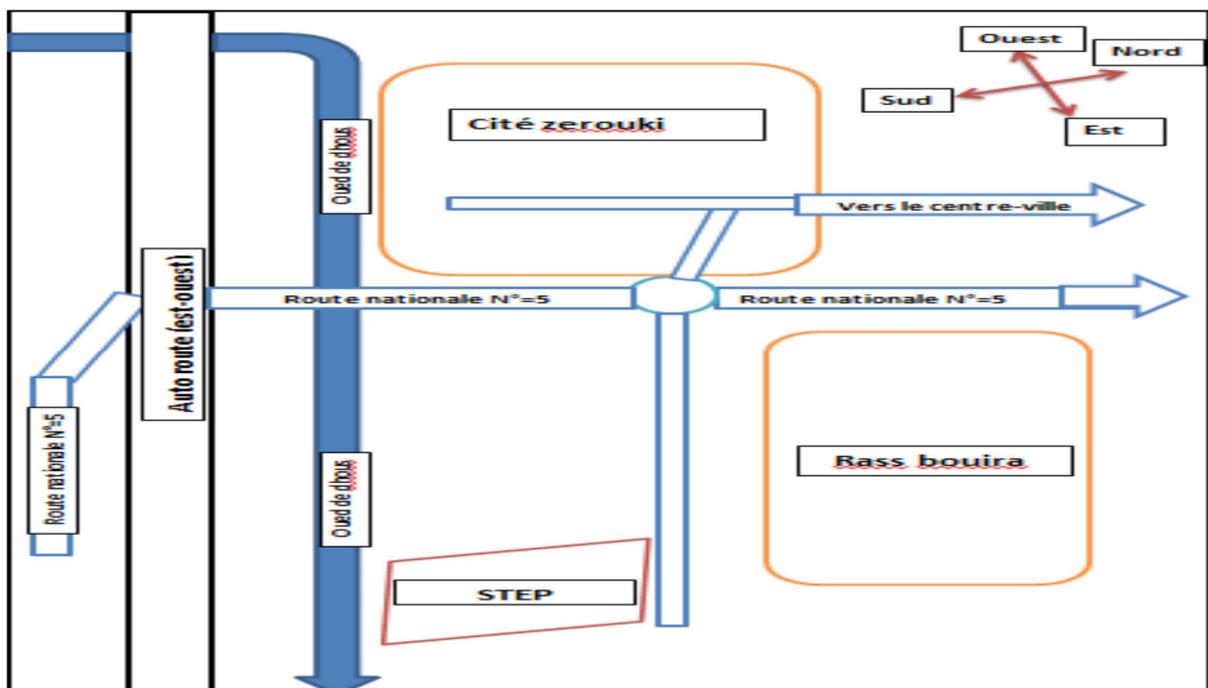


Figure 4 : Schéma de la localisation de la STEP de Oued D'Hous.



Figure 5: Vu Panoramique de la Station Oued D'Hous.



Figure 6 : Image de la station par Google earth.

II.3. Description des installations dans la STEP

La station comporte deux parties : la première partie est l'axe des eaux usées et la deuxième partie est des boues activées à faible charge (Procédé de traitement retenu) :

1- Filière eau**La filière d'eau comprend les postes suivants**

- ✓ Dégrillage grossier (Manuel)
- ✓ Dégrillage fin (Mécanisé)
- ✓ Dessablage déshuilage aéré système d'aération par surpression d'air
- ✓ Canal venturi
- ✓ Préleveur automatique
- ✓ Bassin répartiteur
- ✓ bassin de nitrification, dénitrification et déphosphatation (12 mamoutrotors pour l'aération prolongée)
- ✓ Clarificateurs avec tubes suceurs
- ✓ Bassin de désinfection
- ✓ Station de dosage du chlore pour la désinfection et du chlore ferrique pour la déphosphatation
- ✓ Canal venturi
- ✓ Préleveur automatique

2- Filière boue**La filière est caractérisée par les opérations suivantes**

- ✓ Recirculation et extraction des boues en excès (bassin répartiteur)
- ✓ Épaississement des boues en excès (Avec herse)
- ✓ Pompage des boues (pompes à vis excentrique)
- ✓ Stabilisation des boues (Aérobie)
- ✓ Lits de séchage (02 lits de séchage)
- ✓ Déshydratation mécanique (02 Filtres à bande, préparation de polymère, vis d'évacuation)
- ✓ Aire de stockage des boues

Principaux ouvrages et équipements annexes

- ✓ Eaux de service
- ✓ Fosse toutes eaux
- ✓ Groupe électrogène

- ✓ Salle de contrôle
- ✓ Poste moyenne tension
- ✓ Réfectoire
- ✓ Atelier de maintenance (en cours d'aménagement)
- ✓ Vestiaires
- ✓ Bloc d'exploitation (bureau, salle de commande, laboratoire de contrôle)
- ✓ Bloc administratif
- ✓ Parkings 1-2
- ✓ Logements

II.4. Les bases de dimensionnement de la STEP

Tableau 2: Les bases de dimensionnement de la STEP.

Paramètres	QANTITES
Charge hydraulique	
Equivalent. Habitant	130.000 eq.h
Volume journalier	25840 m³/j
Débit moyen de temps sec	25840 m³/j
Débit de pointe temps sec	1766m³/h
Débit maximal admis en temps de pluie	3231 m³/h
Charge massique (Cm)	0.13 kgdbo/kgMVS.j
Charge polluante	
Charge journalière en DCO	18174 kg/j
Charge journalière en DBO ₅	7800 kg/j
Charge journalière en MES	11667 kg/j

II.5. Données générales de la STEP

Tableau 3:Données générales de la STEP.

Nom de la station	Station d'épuration Oued D'Hous
commune de	Bouira
wilaya de	Bouira
Milieu récepteur	Oued D'Hous
Date de mise en service	Mars 2013
Date de transfert de la station à l'ONA	Juin 2013
Localité concernée par le traitement	Ville de Bouira
Nature des eaux brutes	Urbaines
Capacité de la station	130.000 eqh
Superficie de L'assiette	9 ha
Groupement de réalisation - Génie civil - Équipements	Passavant Roedeger
Le dispositif d'assainissement de la ville	Unitaire
Système d'épuration	Boue activées avec dénitrification-déphosphatation
Alimentation en eau usée	Station de relevage n°2

II.6. Qualité des eaux épurées rejetées

Tableau 4 : La qualité des eaux épurées rejetées.

Paramètres	Unité	Concentration en mg/l	Rendement minimum d'élimination en %
DBO ₅	mg/l	≤ 20	≥ 93 %
DCO	mg/l	≤ 120	≥ 83 %
MES	mg/l	≤ 30	≥ 93 %

II.7. Traitement des boues

Durant la période de stage, nous avons essentiellement suivi la filière boue (les procédés de traitement des boues) Objet de cette étude.

II.7.1.Épaississement des boues

Les boues biologiques soutirées des clarificateurs secondaires ont une concentration trop faible pour être dirigées vers la stabilisation des boues. De façon à assurer un taux de MES plus élevé, nous avons prévu d'épaissir les boues secondaires au moyen d'un épaisseur hersé.

L'épaisseur hersé est un bassin circulaire à fond conique à faible pente et équipé d'un racleur hersé tournant en permanence (Figure 7). 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'épaisseur. 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.

Pompage des boues épaissies : A la sortie de l'épaisseur, les boues sont dirigées vers la stabilisation des boues au moyen de trois pompes à vis excentrées, une pour chaque bassin de stabilisation prévue



Figure 7: Photo de l'épaississeur de la STEP.

II.7.2. Stabilisation des boues avec turbines superficielles à Flottants

Les bassins de stabilisation permettent la stabilisation aérobie des boues produites sur la station avant leur déshydratation. Nous avons prévu un bassin circulaire. Les boues sont stabilisées par apport d'oxygène et brassage. Ces deux opérations sont effectuées au moyen d'une turbine d'aération de surface disposée au centre du bassin et fixée au pont. Les turbines ont été dimensionnées pour assurer une aération du bassin permettant une stabilisation optimum des boues. Le mouvement des boues de fonctionnement de ces turbines permet d'assurer un mélange du bassin. Cette opération évite la mise en place d'agitateurs submersibles en supplément.

La stabilisation aérobie des boues permet de réduire la quantité des boues avant être traitées ultérieurement grâce à l'activité bactérienne ayant lieu dans le bassin de stabilisation. Les boues stabilisées sont également moins génératrices d'odeur et la stabilisation permet également la réduction de pathogènes présents dans les boues.



Figure 8 : Photo de bassin de stabilisation du station d'épuration.

II.7.3. Déshydrations mécanique des boues

La déshydratation mécanique des boues permet la réduction du volume des boues en excès avant stockage/épandage. Pour cela, nous avons prévu la mise en place de six centrifugeuses permettant d'obtenir une siccité finale des boues de 14-22 %. Le conditionnement des boues à déshydrater s'effectue par ajout de poly-électrolytes (polymère).



Figure 9: photos de la déshydrations mécanique des boues.

II.7.4. Déshydratation des boues en lits de séchage

Les boues déshydratées sont dirigées par des pompes excentrées vers les aires séchage des boues. Les lits sont dimensionnés pour assurer une autonomie de séchage aux conditions nominales de fonctionnement. Les aires sont équipées avec un système de drainage. L'eau ainsi récupérée dans une fosse est dirigée par des pompes submersibles vers le distributeur des bassins biologiques.

La boue qui était déshydratée mécaniquement ou la boue du lit de séchage sera transportée

- Soit au centre d'enfouissement technique de BOUIRA;
- Soit utilisé dans l'agriculture.



Figure 10: Photos de la boue du lit de séchage.

Matériel

Et

Méthodes

Ce chapitre représente les différentes méthodes et matériels utilisés pour le traitement des boues et les résultats des analyses réalisées avec des discussions au niveau de laboratoire de la STEP de Bouira.

Les boues issues de traitement des eaux usées passent par des séries d'analyses pour déterminer les paramètres suivants :

- La Matière Sèche (MS) ;
- Les matières volatiles sèches (MVS) des bassins d'aérations ;
- Le volume décanté pendant 30 minute (V_{30}) pour calculer l'indice de boue ;
- L'Indice de Boue (IB) ;
- La siccité (Sc) ;
- Détermination de MS et MVS dans les boues de retour, l'épaississeur et le stabilisateur ;
- Détermination les valeurs des métaux lourds (Nickel (Ni), cuivre (Cu), Cadmium (Cd), Plomb (Pb) et le Zinc (Zn) et les valeurs des éléments (Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K) et Magnésium (Mg^{+2}) dans la boue sèche et la boue de déshydratation mécanique.
- Une observation microscopique qui nous déterminer les différents microorganismes qui se trouvent dans les boues activées.

III.1. Procédure d'échantillonnage des boues

Afin d'évaluer le fonctionnement du processus et de quantifier la production de la boue, plusieurs prélèvements sont effectués sur différents points à savoir : bassins d'aération, boues de retour, l'épaississeur, stabilisateur et déshydratation mécanique.

III.2. Le choix d'un point de prélèvement

a. Boues de retour

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

b. Boues épaissies et boues stabilisées

Le prélèvement des boues épaissies et boues stabilisées s'effectues au niveau local des pompes à vide excentrique sur les conduits d'évacuation de chaque bassin.

c. Boues déshydratés

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

d. Boues de lits de séchage

Le prélèvement de boues séchées se fait au niveau du lit de séchage en prenant un échantillon de 30 g.

Tableau 05 : Les paramètres et fréquences d'analyse.

Point de prélèvement	Paramètres	Fréquence
Bassins d'aération	V ₃₀	01 fois/j
	MS	
	MVS	
Boues de retour	MS	01 fois/j
	MVS	
Bassin de stabilisation	MS	01 fois/semaine
	MVS	
Epaississeur	MS	01 fois/semaine
	MVS	
Déshydratation mécanique et lit de séchage	Siccité	A chaque évacuation

III.3. La quantité de Matières en suspensions, Matières volatiles en suspensions, le volume décanté pendant 30 minutes, matière minérale en suspension et Indice de boue

III.3.1. Mode opératoire

III.3.1.1. le volume décanté pendant 30 minutes

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

III.3.1.2. les Matières en suspensions Et les Matières volatiles en suspensions

- **Méthode par filtration**

Sécher les filtres (fibre de verre) dans l'étuve à 105°C jusqu'à masse constant, peser les filtres (**m₀**), après filtrer par l'intermédiaire d'une pompe à vide un volume **V** (100 ml) de chaque échantillon et sécher ensuite à l'étuve à 105°C pendant 02h. En peser les filtres (**m₁**).

$$\text{MES} = (m_1 - m_0) * 1000 / V$$

Ensuite mettre les filtres au four pendant 2h à $525^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ et laisser refroidir dans un dessiccateur et peser les filtres (m_2).

$$\text{MVS} = (m_1 - m_2) * 1000 / V$$

- **Méthode par centrifugation**

Prendre un volume d'échantillon V , l'introduire dans la centrifugeuse pendant 20 min à $3000t_r/\text{min}$, après recueillir le culot de centrifugation dans une capsule en porcelaine préalablement séchée à 105°C et pesée (m_0). 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 masse constant (2h) et laisser refroidir dans le dessiccateur et peser la capsule (m_1).

$$\text{MES} = (m_1 - m_0) * 1000 / V$$

Mettre la capsule au four pendant 02h à $525^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la capsule (m_2).

$$\text{MVS} = (m_1 - m_2) * 1000 / V$$

III.3.1.3. Indice de boues

Le but c'est d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation, 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 gradués. Il est défini par la formule suivante :

$$\text{IB} = V_{30} / [\text{MES}]$$

V_{30} : Volume de boue décanté en 30 min.

[MES]: Concentration des matières en suspension de la boue décanté 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 par cette formule suivante :

$$\text{IB} = V_{30} / [\text{MES}] \text{ de la boue décanté après dilution}$$

III.3.1.4. La siccité

La siccité est le pourcentage de matière sèche. L'équation ci-dessous représente sa formule de calcul. (Ou c'est la quantité nette de la matière sèche qui se trouve dans la boue).

$$\text{La siccité} = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) * 100$$

m₀ : Masse de la capsule vide.

m₁ : Masse de la capsule + Masse boues déshydratée.

m₂ : Masse de la capsule + Masse boues déshydratée après séchage à l'étuve à 105°C pendant 02h.

III.3.1.5. La Matière Sèche

Applique la règle de trois :

1000g	—————→	100 %
MS	—————→	la siccité calculée

Donc,

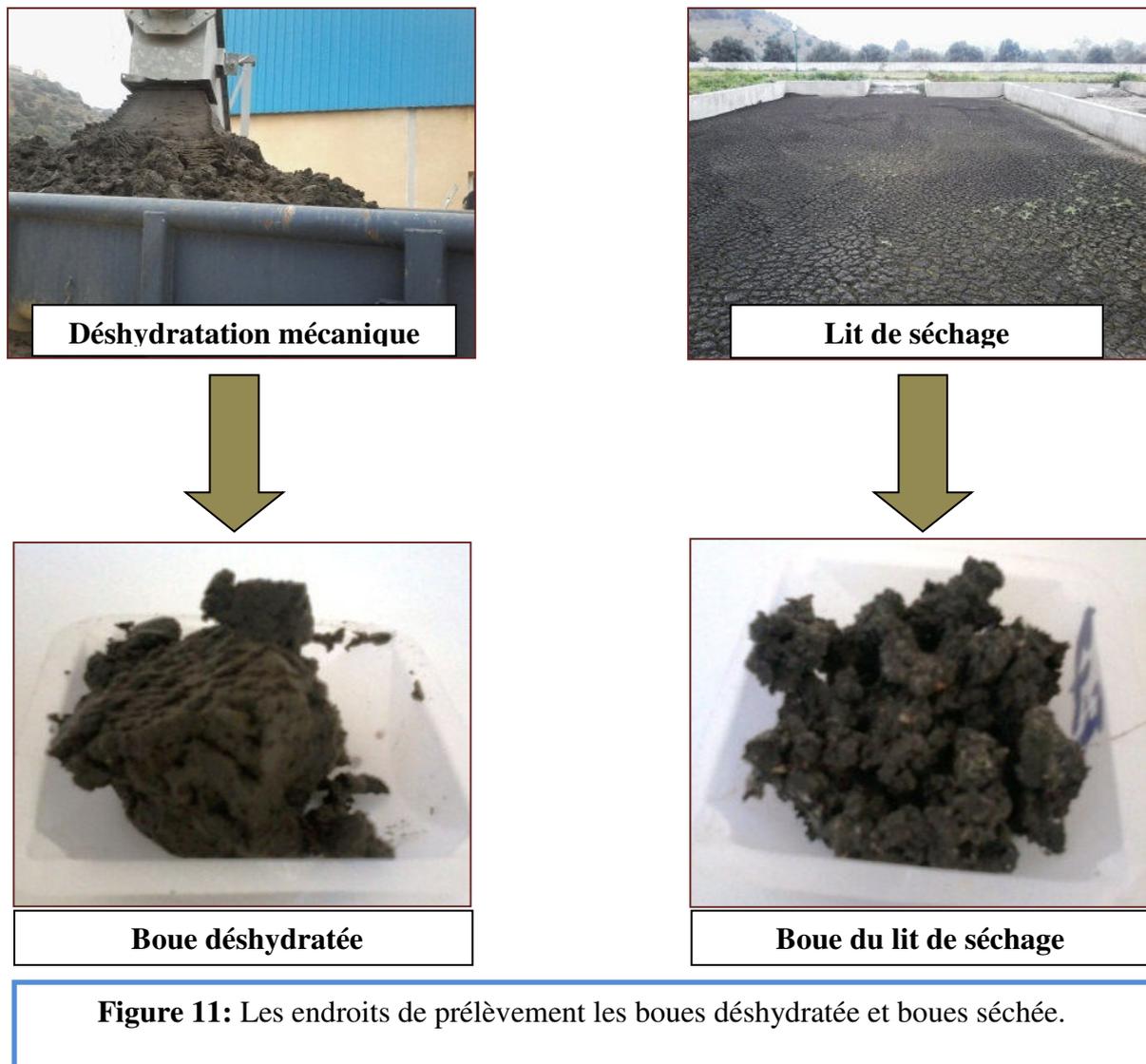
$$\text{MS} = \text{la siccité calculée} \times 10$$

III.4. L'analyse des boues résiduelles

III.4.1. Échantillonnage (point, méthode et matériels de prélèvement)

Nous avons prélevé deux échantillons de deux endroits différents de la filière de traitement des boues de la station d'épuration d'Oued D'Hous. Le premier échantillon est prélevé après l'étape de déshydratation mécanique (filtre presse) qu'on lui associe boue déshydratée (B.D). Le deuxième échantillon est prélevé du lit de séchage phase finale du traitement de boue on l'appellera boue du lit de séchage (B.L.S).

L'échantillonnage a été effectué manuellement à l'aide d'une pelle et un récipient en plastique avec couvercle.



III.4.2. Les analyses des métaux lourds

Les résultats d'analyse des métaux lourds effectués par l'Office National de l'Assainissement (ONA).

III.4.3. Les analyse des éléments fertilisants (azote, phosphore, potassium et Magnésium)

Les résultats d'analyse de ces éléments effectués par laboratoire de la Sciène du Sol de l'Ecole National Supérieur d'Agronomie (ENSA).

III.5. Les paramètres bactériologiques

- **L'observation microscopique**

Le but

Une observation microscopique permet de déterminer les différents micro-organismes dans la boue.

Matériel utilisé

- ✓ Microscope optique ;
- ✓ Une lame ;
- ✓ Des lamelles ;
- ✓ Pipette.

Mode opératoire

Prend une lame, introduit une goutte de boue sur cette lame à l'aide d'une pipette, met soigneusement une lamelle sur cette goutte, on observe dans les oculaires de microscope les différents micro-organismes, et note les micro-organismes trouvées en suivant le guide de laboratoire.

Résultats

Et

Discussion

IV.1. Résultats des analyses des boues

Ces tableaux représentent les valeurs des matières sèches (MS), les matières volatiles sèches (MVS), l'indice de boue (IB) et le volume décanté (V_{30}) des boues dans les quatre bassins d'aération et les valeurs des matières sèches et matières volatiles sèches de boue de retour, l'épaississeur et stabilisateur et les valeurs de la siccité de boue déshydratée et lit de séchage. Elles sont regroupées les moyennes des MS, MVS, IB et V_{30} de chaque bassin d'aération.

Tableau 6: Les concentrations des MS, MVS, IB et V_{30} de bassin d'aération 1.

Date	Bassin d'Aération 1 (BA1)				
2017	Couleur	V_{30} ml/L	MS g/L	IB ml/L	MVS g/L
24-04	Marron	220	3,27	134,55	2,22
30-04	Marron	250	3,50	142,85	2,34
03-05	Marron	230	4	115	2,43
07-05	Marron	240	4,15	115,66	2,59
14-05	Marron	245	3,52	139,20	2,24
23-05	Marron	270	3,95	136,70	2,58
Moyenne	/	242,5	3,73	130,66	2,4

Tableau 7 : Les concentrations des MS, MVS, IB et V_{30} de bassin d'aération 2.

Date	Bassin d'Aération 2 (BA2)				
2017	Couleur	V_{30} ml/L	MS g/L	IB ml/L	MVS g/L
26-04	Marron	230	4,01	114,71	2,53
10-05	Marron	240	4	120	2,55
17-05	Marron	285	4,03	141,43	2,58
Moyenne	/	251	4,01	125,38	2,55

Tableau 8 : Les concentrations des MS, MVS, IB et V_{30} de bassin d'aération 3.

Date	Bassin d'Aération 3 (BA ₃)				
2017	Couleur	V_{30} ml/L	MS g/L	IB ml/L	MVS g/L
24-04	Marron	210	3,06	137,25	1,84
30-04	Marron	240	3,57	134,45	2,20
03-05	Marron	260	3,73	139,41	2,22
07-05	Marron	260	3,96	131,31	2,49
14-05	Marron	250	3,76	132,97	2,35
23-05	Marron	270	4,13	130,75	2,72
Moyenne	/	248,33	3,7	134,36	2,3

Tableau 9 : Les concentrations des MS, MVS, IB et V_{30} de bassin d'aération 4.

Date	Bassin d'Aération 4 (BA ₄)				
2017	Couleur	V_{30} ml/L	MS g/L	IB ml/L	MVS g/L
26-04	Marron	235	3,60	130,55	2,29
10-05	Marron	240	3,92	122,44	2,27
17-05	Marron	245	3,54	138,41	2,25
Moyenne	/	240	3,67	130,47	2,27

D'après les tableaux (6, 7, 8 et 9) les moyennes de la matière sèche (MS) dans les quatre bassins varient entre 3,67 (g/L) et 4,01 (g/L), et les moyennes de la matière volatile sèche (MVS) et varient entre 2,3 (g/L) et 2,55 (g/L), ces valeurs ne dépassent pas 4 (g/L) de la matière sèche à cause de la quantité de l'eau est plus élevée dans les quatre bassins, et ces valeurs obtenus est que efficace avec l'objectif de la station.

Et pour l'indice de Boues on remarque que les concentrations varient entre 125,38 (ml/g) et 134,36 (ml/g). Ces valeurs de l'indice de Boues est inférieure de 150 (ml/g) donc la boue est facilement sédimentée.

Et les teneurs de V_{30} dans les bassins se varient entre 240 et 251 (ml/L) après une dilution de 1/2. Dans le cas $V_{30} > 300$ ml/l, donc on a subis une dilution avec l'eau épurée (500ml de l'échantillon très homogénéisé et 500ml de l'eau épurée) jusqu'à obtenu un volume inférieur à 300 (ml/L).

Tableau 10: Les concentrations des MS, MVS de boue de retour.

Date 2017	24-avr	26-avr	03-mai	07-mai	17-mai	23-mai
MS g/L	7,44	7,02	8,6	8,09	7,86	7,19
MVS g/L	4,49	4,4	5,2	5,04	5,13	4,6

D'après le tableau 10 les concentrations en MS de boue de retour varie entre 7,02 (g/L) et 8,60 (g/L) et les teneurs en MVS varie de 4,4 (g/L) et 5,2 (g/l) pendant la période d'essai. La matière sèche dans la boue de retour est élevé dépasse 8 (g/L). Les valeurs de MVS sont proportionnelles aux valeurs de MS.

Tableau 11: Les concentrations des MS, MVS de la boue de l'épaississeur.

Date 2017	24-avr	18-mai
MS g/L	60,01	43,67
MVS g/L	35,54	28,1

D'après le tableau 11 les concentrations de la matière sèche (MS) dans l'épaississeur varie entre 60,01(g/L) et 43,67 (g/L) et la matière volatiles sèche (MVS) varie entre 35,54 (g/L) et 28,1 (g/L) et plus élevé par rapport au bassins d'aération qui signifie que le but de l'épaississeur est la réduction du volume de la boue, et production d'une boue plus concentrée en MS à cause de la quantité de l'eau éliminer dans ce procédé, et évacuation d'une eau claire, peu chargée, qui est recirculée en tête de station.

En générale, une boue est dite stable lorsqu'elle est débarrassée de ses matières organiques (MO). Donc, plus une boue est stable, moins elle contient de matières organiques.

En général, une boue issue du traitement primaire ou secondaire présente environ un taux de la matière volatile sèche (MVS) entre 70% et 75%. Les procédés de stabilisation assurent un abattement maximum de 45% du taux de MVS et produisent ainsi une boue dite « stable » [2].

Tableau 12 : Les concentrations des MS, MVS de la boue de stabilisation.

Date 2017	24-avr	18-mai
MS g/L	56,1	32,84
MVS g/L	32,84	19,52

D'après le tableau 12 on observe que les concentrations Matières Volatiles Sèches dans le stabilisateur sont diminuées par rapport à l'épaississeur grâce à la digestion aérobie qui se déroule dans le stabilisateur par la présence des micro-organismes et l'oxygène (O₂). La stabilisation aérobie des boues permet de réduire la quantité des boues avant être traitées ultérieurement grâce à l'activité bactérienne ayant lieu dans le bassin de stabilisation. Les boues stabilisées sont également moins génératrices d'odeur, et la stabilisation permet également la réduction de pathogènes présents dans les boues. Donc, le but de La stabilisation est la réduction des matières organiques (MVS) dans les boues.

Tableau 13: Le pourcentage de la siccité (la boue de déshydratation mécanique).

Date 2017	Siccité %
25-avr	15,16
08-mai	15,03
10-mai	14,25
14-mai	16,71
16-mai	15,66
17-mai	15,2
23-mai	14,58

D'après le tableau 13 on consulte que le pourcentage de la matière sèche (la siccité) de la boue déshydratée mécaniquement est plus élevé, dans la STEP avec l'utilisation du Filtre à Bandes (compression des boues entre deux bandes de toile). Ce système nécessite l'addition de polymères dont la composition et la quantité doivent être constamment adaptées à la qualité des boues.

Ces valeurs obtenus est très proches à les valeurs de l'objectif de la station (atteindre la siccité de 14-22%). Le but de ce procédé est la réduction de la teneur en eau de la boue (humidité inférieure à 88% ce qui correspond à des siccités supérieures à 12%) et l'aspect de la boue obtenue est pâteux dans cette déshydratation mécanique.

Tableau 14: Le pourcentage de la siccité (la boue du lit de séchage).

Date 2017	Siccité %
25-avr	90,87

D'après le tableau 14 le pourcentage de la siccité dans les boues du lit de séchage est très élevé envièrent de 90,87% grâce à le séchage naturel par les rayonnements solaires

IV.2. Résultats d'analyse des métaux lourds

Analysés effectués par l'Office National d'Assainissement (ONA) permis d'obtenir les résultats notés dans le tableau 12.

Tableau 15:Rapport d'analyse d'un échantillon de boues séchée par l'absorption atomique.

Métaux lourds	Unités	Méthodes	Résultats	Valeurs limites
Nickel (Ni)	mg/Kg	ISO 8288	39	200
Cuivre (Cu)	mg/Kg	ISO 8288	63	1000
Cadmium (Cd)	mg/Kg	ISO 8288	2	20
Plomb (Pb)	mg/Kg	FD T90-112	144	800
Zinc (Zn)	mg/Kg	ISO 8288	488	3000

D'après le tableau 15, il apparait que les concentrations des métaux lourds (Nickel (Ni), Cuivre (Cu), Cadmium (Cd), Plomb (Pb) et le Zinc (Zn) déterminées dans les boues résiduares de la STEP de Bouira sont inférieurs aux valeurs limites donnés par la norme AFNOR. Ces résultats sont très intéressants dans le cadre de l'usage des boues dans l'agriculture sans conséquence grave sur la santé humaine et l'environnement.

IV.3. les résultats des éléments fertilisants de la boue sèche et la boue de déshydratation mécanique

Les résultats de l'analyse des éléments N, P, K et Mg+2 de la boue sèche et la boue de déshydratation mécanique sont enregistrés dans le tableau 13 et illustrée par la figure 20.

Tableau 16: L'analyse des éléments fertilisants.

Eléments	Boues sèches	Boues déshydratées	Normes
N (%)	2,5	2,4	2,00
P (%)	4,15	4,05	0,43
K (%)	0,3	0,2	0,16
Mg (%)	0,1	0,1	0,10

D'après les résultats obtenus dans le tableau 16 sur les éléments N, P, K est très élevé dans la boue du lit de séchage et la boue de déshydratation mécanique. Cette augmentation en ces éléments est due à dégradation de la matière organique par la digestion aérobie/anaérobie au moment de traitement des boues. Donc, les boues stabilisées contiennent une forte concentration en azote, en potassium et en phosphore et peuvent donc être idéalement utilisées comme engrais dans l'épandage agricole, sous forme d'amendement fertilisant.

IV.4. Résultats de l'observation microscopique

Dans cette partie, nous décrivons l'observation microscopique des boues ou en général, il s'agit des protozoaires. Avant de donner les résultats trouvés, nous présentons un aperçu des différents protozoaires qui peuvent exister dans les boues ainsi que les indications de traitement impliquées par leurs présences.

IV.4.1. Observation microscopique des boues

- **Les flagellés**

Leur identification est difficile compte tenu de leur petite taille inférieur 20 μm à l'exception des flagellés coloniaux et de quelques grandes espèces. Les principales espèces sont identifiées à partir de leur taille, de leur forme et de leur mobilité.

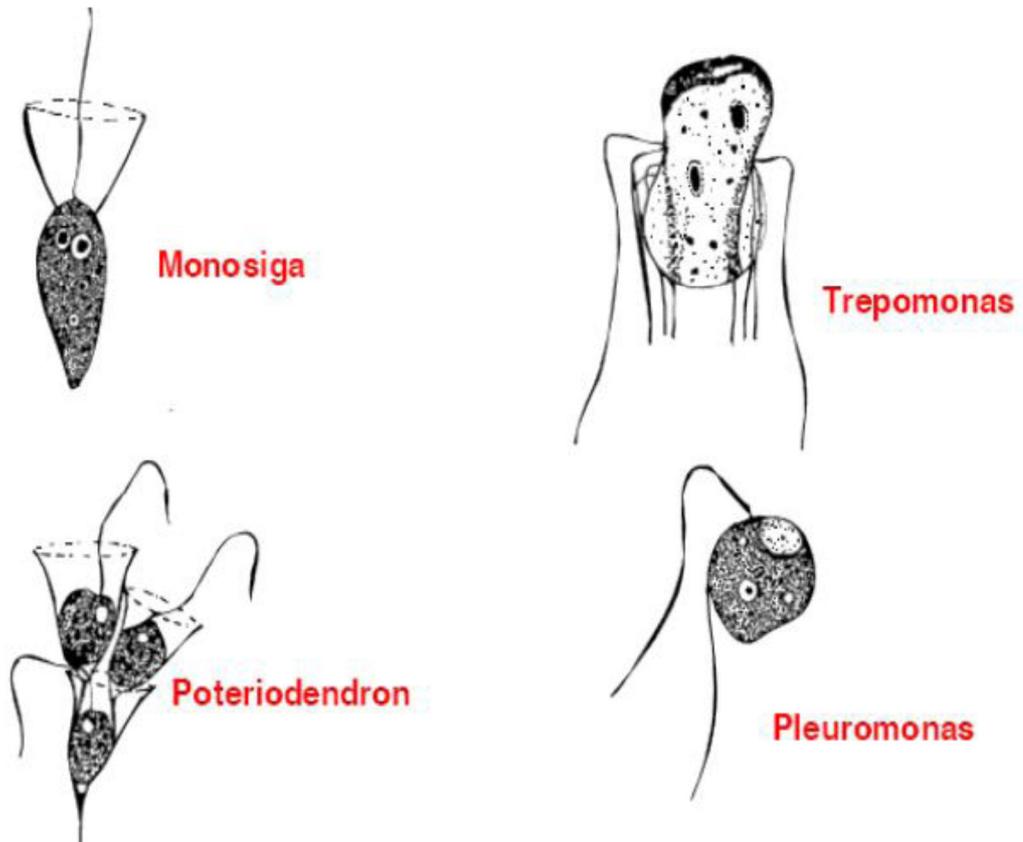


Figure 21: Les différents types des flagellés.

- **Monas**

Pratiquement toujours présent dans les boues activées, ne se développe pas en période d'instabilité. Peut être associé à une charge faible et un rendement correct. En forte densité, indicateur d'apport notable d'effluents particuliers dont les industries animales (abattoirs de volailles, de bétails ...). Ne peut être classé en tant qu'indicateur d'un stade précoce d'évolution de la microfaune (démarrage ou anomalies de fonctionnement) comme tous petits flagellés en général.

- **Trépomonas**

Leur présence, même en densité assez faible, est signe de carence en oxygène. Ils sont accompagnés d'une densité totale de la microfaune faible et d'autres indicateurs de sous oxygénation (spirilles, bactéries filamenteuses caractéristiques). L'espèce la plus caractéristique des carences en oxygène semble être *Hexamita* qui, par ailleurs, est le plus fréquemment rencontré.

- **Les ciliés nageurs**

Ils correspondent à la classe dominante lors des observations au microscope (70 % des populations) pour des installations fonctionnant correctement dans le domaine de l'aération prolongée. La ciliature a un double rôle, elle sert à acheminer la nourriture vers la région buccale et représente aussi pour certains le moyen de locomotion.

- **Ciliés Holotriches**

Alimentation: bactéries, petits flagellés (monas), cannibale. Exploite la surface des floccs, concurrence Chilodonella, Aspidisca. Peut être présent quel que soit le domaine de charge de l'installation avec une préférence pour la moyenne charge. D'autant plus abondant que la charge est élevée. Dominant, il est corrélé à une épuration médiocre. Indicateur d'une phase transitoire (surcharge, anomalies sur l'aération ...). Absence de relation avec le degré d'aération du système.

- **Genre Litonotus**

Alimentation : bactéries, flagellés, ciliés (péritriches). Parfois appelé Lionotus. Leur hôte préférentiel se trouve dans les stations fonctionnant en moyenne charge. Ce sont des espèces non permanentes, indicatrices d'une phase transitoire du traitement.

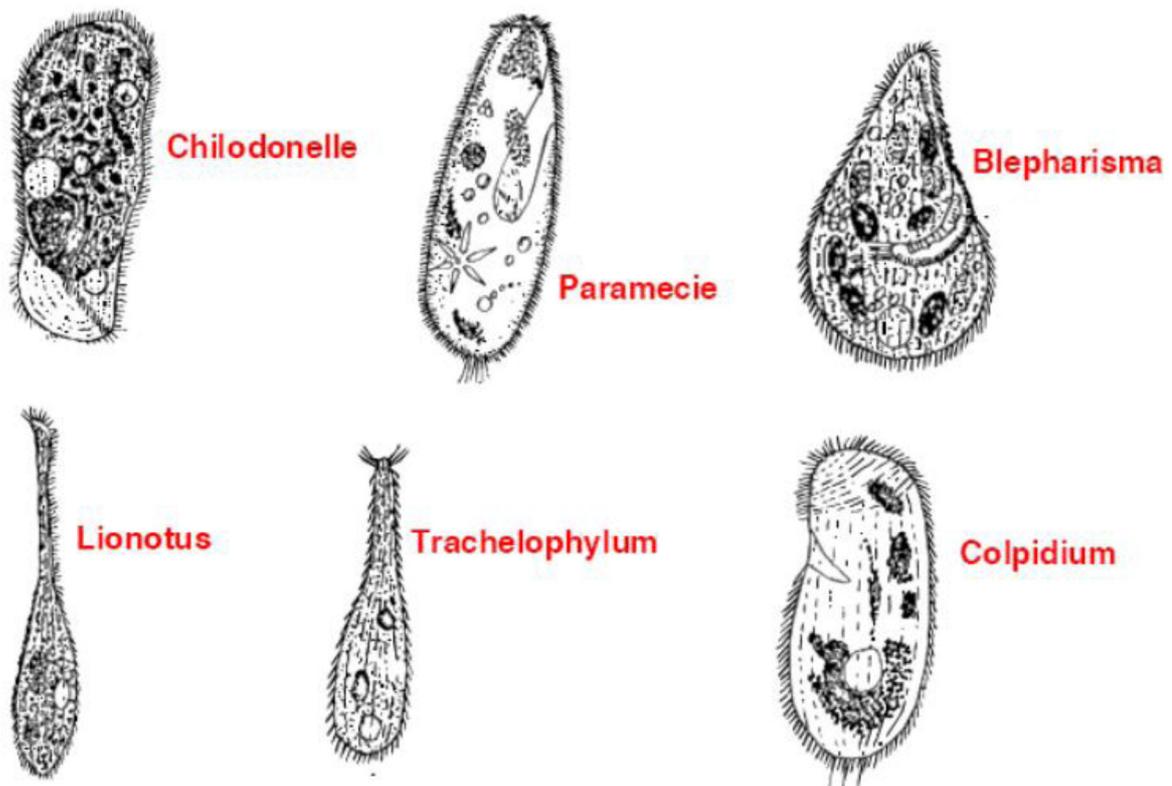


Figure 22: Les ciliés nageurs.

- **Les ciliés fixes**

- a. Vorticelles à pédoncule court**

Présents dans les eaux interstitielles encore chargées en bactéries libres, celles-ci pouvant être dues à une charge plutôt élevée. Le niveau de traitement de l'installation est moyen. Deux exceptions pour ces vorticelles à pédoncule court, *Vorticella communis* et *Vorticelle picta*, qui se retrouvent fréquemment dans des eaux interstitielles de bonne qualité.

- b. Vorticelles à pédoncule long**

Leur présence n'est pas liée à un domaine de charge particulier. Espèces relativement fragile à l'apport de toxiques et à un manque d'oxygénation. Observées sur des installations où l'oxygène est donc plutôt présent en permanence. Indicateur d'une efficacité épuratrice correcte. D'une manière générale, la longueur du pédoncule est en relation avec le degré de traitement plus le pédoncule est long, meilleur est le traitement.

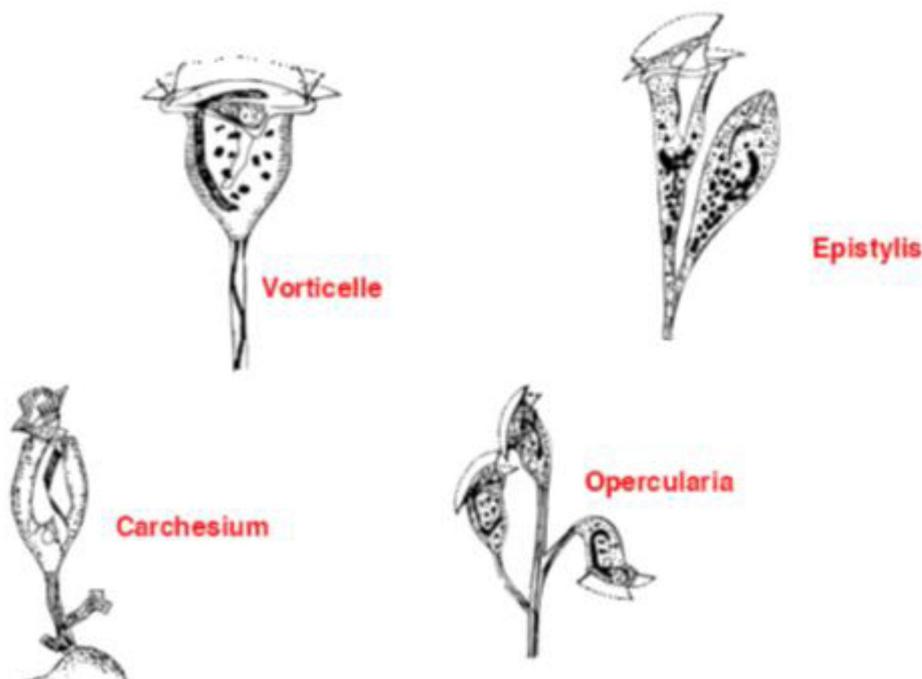


Figure 23: Les ciliés fixes.

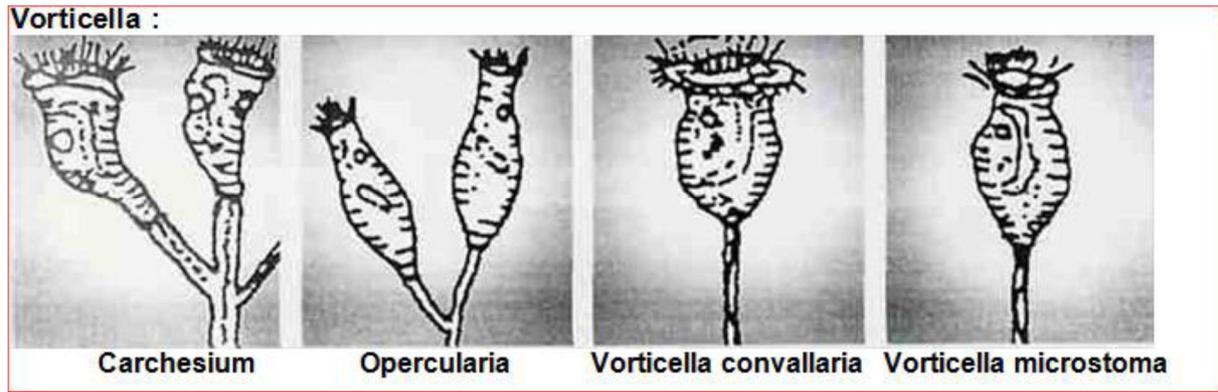


Figure 24: Vorticelles à pédoncule long.

- *Epistylis rotans*

Leurs alimentation est essentiellement basée sur les bactéries libres. Leur présence est associée à un fonctionnement correct et stable de l'installation. Leur développement est corrélé à de longues périodes d'anoxie associées dans l'ensemble à une fourniture d'oxygène suffisante. En bassin unique, c'est un indicateur d'effluents traités de très bonne qualité.

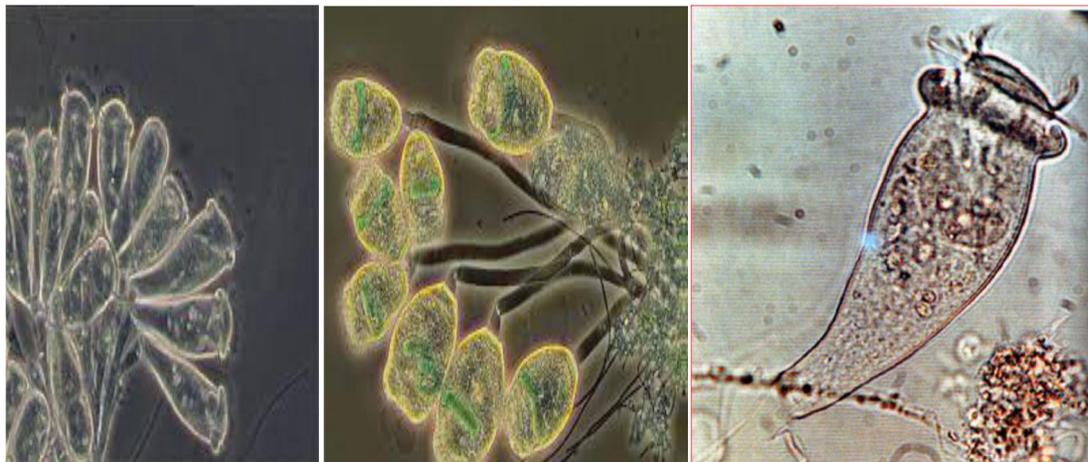


Figure 25: *Epistylis rotans*.

- Les ciliés brouteurs

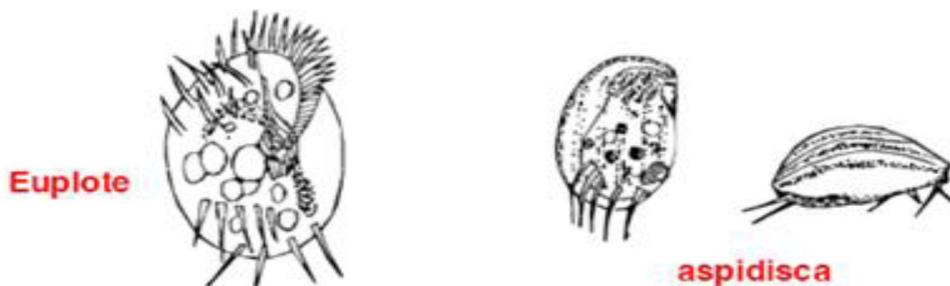


Figure 26: Les ciliés brouteurs.

- ***Aspidisca costata***

Appelé par certains auteurs *Aspidisca cicada* ou *Aspidisca sulcata*. Alimentation : bactéries agglomérées – Animal brouteur de flocc. Très fréquemment rencontré et pouvant être la faune dominante et présent sur tous les types de boues activées au fonctionnement stable. Son abondance est généralement liée à une forte charge. Animal relativement résistant à une sous aération, aux toxiques ou effluents à traiter spéciaux. Sa présence ne donne aucune indication sur la qualité du traitement.

- **Métazoaires**

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



Rotifère

Nématode

Figure 27: Les métazoaires (Rotifère, Nématode).

- **Rotifères digononta**

Ils s'alimentent de particules en suspension, bactéries, très fréquent dans les boues activées. Passagèrement dominant sur des installations sous chargées. Présent dans des boues de faible charge et d'âge élevé (15 jours au minimum), mais quel que soit le degré de traitement de l'installation.

- **Nématodes**

Certaines espèces sont prédatrices de protozoaires. Sujet à prolifération. Présence fréquente dans les systèmes à cultures fixées. Peut être présent en faible quantité dans tous les

types d'installation, quel que soit le taux de charge. C'est des espèces assez résistantes à la sous aération du milieu. Leur présence n'est pas défavorable au processus épuratoire (remaniement important du floc). Pas un indicateur de la qualité du traitement. Par contre, en densité importante, c'est un signe de dépôts dans le bassin d'aération ou le décanteur.

Les résultats concernant la vue microscopique des boues dans les bassins d'aération de la STEP sont regroupés dans le tableau 14.

Tableau 17: L'observation microscopique dans les boues des bassins d'aération.

Dates 2017	Résultats
24-avr	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (amibes, vorticelle, opercularia, aspedisca).
25-avr	culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, vorticelles et epystilis) et de quelques rotifères
26-avr	culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (amibes, aspedisca, flagelles),
30-avr	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (amibes, aspedisca), et une présence de quelque rotifère
03-mai	Culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, amibes)
07-mai	Culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, amibes, ciliés)
08-mai	culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, vorticelles et epystilis) et de quelques rotifères
09-mai	Culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, amibes, ciliés)
10-mai	Culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, amibes, vorticelle, opercularia)
14-mai	Culture floculée, présence de quelques bactéries filamenteuses, protozoaires (aspedisca, amibes, vorticelle)
15-mai	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (amibes, aspedisca), et une présence de quelque rotifère
16-mai	culture floculée; présence de quelques bactéries et de protozoaires: vorticelles, aspédisca, flagelles

17-mai	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (amibes, vorticelle, opercularia, aspedisca)
18-mai	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (aspedisca)
23-mai	culture floculée: présence de quelques bactéries filamenteuses et de protozoaires (flagelle, vorticelle, epystilis, aspedisca)

D'après le tableau 17 on peut interpréter les résultats comme suit :

A partir de 24-04 jusqu'au 26-04 on a trouvé un nombre minimum de flagelles, de bactéries filamenteuses et beaucoup des ciliés fixes (Epistylis, Opercularia, Vorticelle) qui indique que la boue était dans la deuxième partie (âge de boue moyenne).

A partir de 27-04 jusqu'au 30-04 dans les bassins sont très pauvres en microorganismes sauf les rotifères qui indiquent que l'âge de boue élevé.

A partir de 03-05 la station était en marche après l'arrêt à cause d'une panne au niveau de la STEP, nous avons trouvé: Des bactéries (amibes, filamenteuses), des ciliés brouteurs (libres) comme l'Aspidisca qui indique que la boue est jeune.

Le 08-05 on a rencontré des ciliés fixes et quelques rotifères qui indiquent que la boue était en route de développement.

A partir de 09-05 jusqu'au 15-05, on remarque qu'on est toujours dans la partie transitoire.

A partir de 16-05 et 23-05 on remarque que la boue est en première partie de développement.

Ces résultats, informe d'un âge de boue de 9 et 12 jours au niveau des bassins d'aération, et dans chaque période de l'âge de boue on observe différentes microorganismes qui sont indiqué les différentes phases de développement des boues.

Conditions préalables : les boues doivent être parfaitement hygiéniques (tous les germes pathogènes et les virus, entre autres, sont éliminés des boues) pour réduire les risques de contamination biologique, et assurent la protection de l'environnement, notamment la santé humaine durent l'épandage sur les terres agricole, et préserver la biodiversité (la faune et la flore).

Conclusion

Les résultats obtenus durant la période de stage, il est à constaté que la concentration de la matière organique diminue respectivement dans les procédés de traitement des boues (épaississeur, stabilisateur et déshydratation) donc, la boue est biodégradable.

Les boues stabilisées contiennent une forte concentration en azote, en potassium, en magnésium et en phosphore et peuvent donc être idéalement utilisées comme engrais dans l'agriculture. L'analyse des éléments traces métalliques par l'absorption atomique a montré la présence de ces éléments ; Ni, Cu, Cd, Pb et le Zn, mais leur concentration est inférieure à valeurs aux normes. Autrement dit, ces éléments se trouvent à l'état de trace dans ces boues rejetées, ce qui permet leurs valorisations en agriculture sans risque sur l'environnement et sur la santé humaine. L'observation microscopique des différents microorganismes et l'hygiénisation des boues, assurent que les boues ne contiennent pas des germes pathogènes, sont éliminés des boues.

Donc les boues de la STEP d'Oued D'Hous de la wilaya de Bouira est valorisable à l'agriculture par rapport à les résultats obtenus, et la voie principale pour l'élimination des boues résiduelles sans risque sur l'environnement, notamment la santé humaine.

Conclusion

Selon les données de l'Office National de l'Assainissement (O.N.A) près de 60 % des boues générées par les stations d'épuration des eaux usées sont mise en décharge. Or, la gestion de ces boues repose sur la volonté de réduire au maximum la mise en décharge et développer par conséquent les modes de valorisation en équilibre avec le milieu naturel. La valorisation des boues résiduaires demande un traitement approprié des boues visant, en particulier, à réduire la haute proportion en eau (> 95 %) et à éliminer la pollution par des agents toxiques et germes pathogènes ainsi que les substances à forte nuisance olfactive, et pour le but de protéger l'environnement. Cette étude s'inscrit dans une optique du développement durable des boues résiduaires. Les résultats de cette étude préconisent que la solution à ce problème est la valorisation agricole, était la principale voie d'élimination de boues résiduaires traitées dans la STEP.

La matière organique est diminuée respectivement dans les procédés de traitement des boues (épaississeur, stabilisateur et déshydratation) donc, la boue est biodégradable.

L'analyse des éléments traces métalliques par l'absorption atomique a montré la présence de ces éléments ; Ni, Cu, Cd, Pb et le Zn, mais leur concentration est inférieure aux normes.

Les boues stabilisées contiennent une forte concentration en azote, en potassium, en magnésium et en phosphore et peuvent donc être idéalement utilisées comme engrais en l'agriculture.

Conditions préalables : les boues doivent être parfaitement hygiéniques (tous les germes pathogènes et les virus, entre autres, sont éliminés des boues, pour réduire les risques de contamination biologique), stables et transportables,

En fin, la valorisation agricole est la meilleure solution et la principale voie d'élimination de boues de la STEP de Bouira à cause de leur richesse en éléments minéraux et leurs teneurs en métaux lourds qui sont comparables à celles des normes internationales.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] **JARDE E., (2002).** Composition organique des boues résiduaire de station d'épuration LORRAINES: Caractérisation moléculaire et effets de la biodégradation, thèse de doctorat: science de l'univers, p: 267.
- [2] **LAZILI H., (2011).** Gestion des boues issues des stations d'épuration des eaux usées urbaines. Centre de Formation aux Métiers de l'Assainissement (CFMA). p: 37.
- [3] **VELLAU P., (1981).** La valorisation agricole des boues des stations d'épuration, revu. La technique de veau et de l'assainissement.
- [4] **TEDJANI F., (2010).** Traitement biologique d'une effluente agroalimentaire thèse de magister, université U.S.T.H.B. p: 92.
- [5] **MARA D-D., (1980).** Sewage treatment in hot climates. Editeur: John willey. Edition Anglais: 2nd. P: 168.
- [6] **CHAHIDI ELOUAZZANI D. KHALIFA M. CHRISTIAN B., (2013).** Etude préliminaire de la valorisation des boues de papeterie comme matières premières secondaires dans les mortiers de ciment Portland, Nature & Technologie. P: 18.
- [7] **BOUSSALIA A., (2010).** Contribution à l'étude de séchage solaire de produits agricoles locaux. p: 775.
- [8] Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. Gouvernement du Québec. (2002).
- [9] **Agence De l'Environnement et de la Métrise de l'Energie (ADEME). (2001).** Situation du recyclage agricole des boues d'épuration urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde, Ademe édition, Paris. p: 159.
- [10] **Le Comité Européen de Normalisation (CEN).**
- [11] **ADDOU A., (2009).**Traitement des déchets, valorisation, élimination, éditions ellipses. p: 284.
- [12] **Agence De l'Environnement et de la Métrise de l'Energie (ADEME), (2001).** Les boues chaulées des stations d'épuration municipales : production qualité et valeur agronomique, Ademe édition, Paris. p: 224.

Références Bibliographiques

- [13] **DUGUET J-P., (2006).** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Environnement) p: 474.
- [14] **DUDKOW S., (2001).** L'épandage agricole des boues de STEP.
- [15] **ASMAHANE B., (2011).** Valorisation des poussières de four à ciment dans le procédé solidification/stabilisation des déchets.
- [16] **RODIER J., (2009).** Analyse de l'eau, 9^{ème} édition DUNOD. p: 1600.
- [17] **AMADOU H., (2007).** Modélisation du séchage solaire sous serre des boues de station d'épuration urbaine. Thèses de doctorat, Université Lounis Pasteur. p: 170.
- [18] **TAUZIN C. JUSTE C., (1986).** Effet de l'application à long terme de diverses matières fertilisantes sur l'enrichissement en métaux lourds des parcelles. Rapport du contrat 4084/93 ministère de l'environnement. p: 158.
- [19] **Dignac M.F.H.S. FRANCOU C. DERNNE S., (2005).** Pyrolyticstudy of compost and wasteorganicmatter. Org. Geochem 36. p: 1071.
- [20] **KOLLER E., (2009).** Traitement des pollutions industrielles, Eau, Air, Déchets, Sols, Boues». Technique et ingénierie, Série environnement et sécurité ; 2^{ème} édition DUNOD. p: 569.
- [21] **SEDKI A., (1995).** Etude éco-toxicologique de la contamination. Thèses Doct. Etat, Univ. Cadi Ayyad, Fac. SCI. Semlalia, Marrakch, Maroc. p: 140.
- [22] **Agence De l'Environnement et de la Métrise de l'Energie (ADEME), (2001).** Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture, Ademe édition, Paris. p: 59.
- [23] **Association Française pour l'Etude des Eaux (AFEE). (1974).** Utilisation agricole des boues d'origine urbaine. p: 107.
- [24] **SLIMANI K., (2007).** Suivi d'une boue dans une station dépuraton des eaux usées urbaine. Universities. M. B. Boumerdas. P: 123.
- [25] **EVELINA D.,** Mineralogy and environmental geochemistry; international journal of coal geology. Volume 71, issues 2-3. P: 302.
- [26] **ECKENFELDER W., (1989).** Industrial water pollution control. And ed. McGraw Hill Book Co. P: 400.

Références Bibliographiques

- [27] **BOEGLIN J-C., (2000).**Traitement et destination final des boues résiduaire.
- [28] **FAVREAU G., (2011).** Traitement et valorisation des boues de station d'épuration.
- [29] **Office International de l'Eau (OIE), (2001).**
- [30] **MERCIECCA M., (1984).** Hygiène et sécurité du travail dans les stations d'épuration. p: 84.
- [31] **FAYOUX C., (1995).** Valorisation des boues et déchets: les approches européennes. Séminaire des 8-9 juin 1995 -2- les législations concernant le traitement et l'élimination des boues.
- [32] **ANTONINI G., (2000).** Les procédés de valorisation thermique des boues, Actes du colloque les boues. Quels enjeux ? Quelle solution ?, Pau, France. P: 250.
- [33] **AMORCE., (2012).** Gestion des boues de stations d'épuration, Co-traitement avec les déchets ménagers, DT 52, France.
- [34] **JAMONTE B., (2010).** Le traitement des boues de station d'épuration centre de formation et de documentation sur l'environnement.
- [35] **LADJEL F. ABOU S., (2014).** L'Office Nationale d'Assainissement (ONA), Perspectives de valorisation agricole et énergétique des boues issues des STEP en Algérie.
- [36] **CHARLOU CH., (2014).** Caractérisation et modélisation de l'écoulement de boues résiduaire dans un sécheur à palettes. Thèse de doctorat, Université de Toulouse.
- [37] **PREVOT H., (2000).** La récupération de l'énergie issue traitement des déchets. Rapport du conseil général des mines, p: 124.
- [38] **RAMDANI A., (2011).** Biodégradation du résidu endogène de boues activées, Thèse de doctorat, Université de Montréal, p: 329.
- [39] **MININNI G. SBRILLI A. GUERRRIERO E. ROTATORI M., (2004).** Dioxins and furans formation in pilot incineration tests of sewage sludge spiked with organic chlorine. Chemosphere.
- [40] **Opération Tranquillité Vacances (OTV), (1997).** Traiter et valoriser les boues. Edition: Rennemoulin. P: 457.
- [41] **LAMBKIN D. NORTCLIFF S. WHITE T., (2004).** The importance of precision in sampling sludge, biogas and treated soils in a regulatory framework trends in analytical chemistry.
- [42] **Opération Tranquillité Vacances (OTV), (1997).** Traiter et valoriser les boues, collection OTV édition. P: 454.

Références Bibliographiques

- [43] **BOEGLIN J., (2012).** Traitements et destinations finales des boues résiduaires, (en ligne) disponible sur <<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bioagro-th2/genie-des-procedes-et-protection-de-l-environnement-42327210/traitements-et-destinations-finales-des-boues-résiduaires-j3944/>>.
- [44] **Xyloxatt., (2011).** Gazéifications de boues de STEP, p5.
- [45] **Agence De l'Environnement et de la Métrise de l'Energie (ADEME). (1999).** Et cabinet Arthur Andersen, examen de la situation de la filière de recyclage agricole des boues d'épurations urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde, Ademe éditions, Angers. P: 154.
- [46] **JOCTEUR M., (2001).** Chimie de l'environnement, air, eau, sols, déchets, j.m.
- [47] **LACCE C.** Analyse des Boues, A.F.E.E., Tome 1, 135 p., Tome 2, 127. P: 1985.
- [48] **CANLER J. TPEER J. DUCHENE P. COTTEUX E., (1999).** Aide au diagnostic des stations d'épuration par observation microscopique des boues activées. Cemagref Edition, Paris.

Résumé

L'élimination des déchets des stations d'épuration est un problème majeur qui touche l'environnement négativement, notamment la santé humaine. Cette étude a pour l'objectif de traiter les boues résiduelles issues de traitement des eaux usées par différents procédés de la STEP de Bouira et déterminer la voie principale d'élimination ces effluents solides traités (les boues). Le choix de la filière de traitement et les analyse des boues dépend de leur origine et de leur destination finale. Le traitement vise deux principaux objectifs: Réduction du volume (épaississement, déshydratation), réduction du pouvoir fermentescible (stabilisation). Les filières de traitement différent mais l'objectif reste le même. D'après ces résultats obtenus par les analyses physico-chimiques et l'observation microscopique effectuées au laboratoire sur les boues (la matière organique comprise entre (45,5%-51,3%), les valeurs de l'azote (2,5%), phosphore (4,15%) et potassium (0,30%) est très élevés dans la boue, les concentrations des métaux lourds (Ni, Cu, Cd, Pb et le Zn) est inférieur aux valeurs limite . En fin, la valorisation agricole est la meilleure solution et la principale voie d'élimination de boues de la station d'épuration de Bouira à cause de leur intérêt agronomique et dépourvues des effets négatives sur l'environnement, notamment la santé humaine.

Mots-clés : Traitement boues, Eaux usées, Boues résiduelles, station d'épuration (Bouira),