

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

d'ordre :

Série :

Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GENIE DES PROCEDES
OPTION : GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

VALORISATION DES BOUES DE LA STATION D'ÉPURATION D'IBN ZIAD CONSTANTINE PAR DIMENSIONNEMENT D'UN DIGESTEUR ANAÉROBIE

Présenté Par :

- ❖ *BOUANIKA Nour el Imene*
- ❖ **DJEDIA Arfa**

Dirigé Par :

Dr. ACHOURI Ouafa

Grade : Maître de Conférences

Année universitaire

2019-2020

Session : septembre

Sommaire

Remerciement	I
Dédicaces	II
Liste des Figures	III
Liste des Tableaux	IV
Abréviations et Symboles	V
Introduction Générale	1
Chapitre I: Généralité sur les eaux usées et les boues	3
I. Introduction.....	3
II. Historique	3
III. Généralités sur les eaux usées et origines.....	4
III.1 Les eaux usées urbaines	5
III.2 Les eaux usées industrielles	5
III.3 Composition des eaux usées.....	6
III.3.1 Caractéristiques physiques... ..	7
III.3.1.1 La température.....	7
III.3.1.2 Les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS)..	7
III.3.1.3 La turbidité	7
III.3.1.4 La conductivité électrique	7
III.3.1.5 Potentiel d'Hydrogène (PH).....	7
III.3.2 Caractéristiques chimiques... ..	8
III.3.2.1 Demande chimique en oxygène (DCO)	8
III.3.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO5)	8
III.3.2.3 Les micropolluants organiques et non organiques	8
III.3.2.4 Eléments traces	9
III.3.2.5 Les substances nutritives	9
III.3.3 Caractéristiques microbiologiques... ..	10

Sommaire

IV. Généralité sur les boues.....	11
IV.1 Classification des boues	11
IV.1.1 Classe organique-hydrophile.....	11
IV.1.2 Classe minérale-hydrophile.....	12
IV.1.3 Classe huileuse	12
IV.1.4 Classe minérale-hydrophobe	12
IV.1.5 Classe-minérale-hydrophile-hydrophobe	12
IV.1.6 Classe fibreuse	12
IV.2 Traitement des boues d'épuration	12
IV.2.1 L'épaississement et déshydratation des boues	13
IV.2.2 La stabilisation	14
IV.2.3 L'hygiénisation	15
V. Composition de la matière organique des boues d'épuration.....	15
VI. Les destinations finales	16
VI.1 Les trois principales destinations	16
VI.1.1 Le recyclage	16
VI.1.2 Valorisation énergétique	16
VI.1.3 La mise en décharge.....	17
VI.2 Les contraintes de traitements liés à la destination finale	17
VI.2.1 Pour le recyclage	17
VI.2.2 L'élimination des boues	17
VI.2.3 Mise en décharge.....	17
Chapitre II : Le procédés de la digestion anaérobie	18
I. Introduction.....	18
II. Historique	18
III. Aspects Générales de la Digestion Anaérobie.....	19
III.1 Définition.....	19
III.2 Principes de la digestion anaérobie	20

Sommaire

III.2.1 L'Hydrolyse.....	20
III.2.2 L'acidogenèse.....	20
III.2.3 L'acétogenèse.....	21
III.2.4 La méthanogenèse.....	21
III.3 Les paramètres influencent le procédé de la digestion anaérobie.....	22
III.3.1 Température.....	22
III.3.2 PH.....	23
III.3.3 Le rapport C/N.....	23
III.3.4 Les inhibiteurs.....	23
III.3.5 Temps de rétention hydraulique (TRH).....	24
III.3.6 Acides gras volatils.....	24
III.3.7 La Charge organique.....	24
III.4 Potentiel méthanogène des substrats.....	25
IV. Différents types de réacteurs de digestion anaérobie.....	26
IV.1 Modes d'alimentation et arrangement des réacteurs anaérobies.....	26
IV.1.1 Mode discontinu ou batch.....	26
IV.1.2 Mode continu.....	27
IV.1.3 Mode semi-continu.....	27
IV.2 Technologies des réacteurs continus.....	28
IV.2.1 Réacteurs parfaitement mélangés.....	28
IV.2.2 Réacteurs à écoulement piston.....	29
IV.2.3 Réacteurs à bio film ou granules.....	29
IV.2.4 Réacteurs à lit fixe.....	29
IV.2.5 Réacteurs à lit mobile.....	30
IV.2.6 Réacteur UASB.....	32
IV.2.7 Réacteurs en une étape ou deux étapes.....	32
V. Paramètres opérationnels des digesteurs.....	33
V.1 Charge organique appliquée.....	33

Sommaire

V.2 Temps de séjour hydraulique.....	33
V.3 Volume utile	34
V.4 Température.....	34
V.5 Démarrage des digesteurs anaérobies.....	34
V.6 Inoculation.....	34
V.7 Montée en charge	35
VI.Bilan énergétique de la digestion anaérobie.....	35
VI.1 Production d'énergie par la digestion anaérobie	35
VI.1.1 Production en fonction de la quantité de MS introduites	35
VI.2 Rendements et valorisation énergétique et finale de la digestion anaérobie.....	36
VI.2.1 La valorisation thermique	36
VI.2.2 La valorisation électrique	37
VI.2.3 La création d'un biocarburant	37
VI.2.4 L'injection de biogaz dans le réseau de distribution	37
VI.2.5 La valorisation du digestat	38
VI.3 Consommation d'énergie	38
VI.3.1 Chaleur	38
VI.3.2 Electricité	39
VI. 3.3 Globalement	39
Chapitre III : Présentation de la station d'épuration d'Ibn Ziad Constantine.....	40
I. Introduction.....	40
II. Présentation de la station d'épuration	40
II.1 Localisation de la station d'épuration IBN ZIAD	40
II.2 Données générales sur la station d'épuration	41
II.3 Les équipements dans la station d'épuration	41
II.3.1 Filière de prétraitement	41
II.3.2 Filière de traitement biologique	42
II.3.3 Filière de traitement des boues	42

Sommaire

II.3.4 Bâtiment d'exploitation.....	42
II.4 Capacité du traitement des eaux usées.....	42
II.5 Qualité des eaux usées brutes	42
II.6 La qualité de l'effluent traité	42
III. Les Etapes du traitement de la station d'épuration Ibn Ziad	44
III.1 Prétraitement	44
III.1.1 Criblage grossier.....	44
III.1.2 Deux canaux de dessableurs.....	45
III.2 Traitement primaire	45
III.3 Traitement Biologique.....	46
III.3.1 La boue activée.....	46
III.3.2 Clarification et décantation.....	46
III.3.3 Les Boues de retour	47
III.4 L'étape de Désinfection.....	48
III.5 Traitement des boues en excès	48
Chapitre IV : Dimensionnement d'une installation de traitement anaérobie	49
I. Introduction.....	49
II. Dimensionnement du procédé de la digestion anaérobie.....	49
II.1 Caractéristiques des boues de la STEP d'Ibn Ziad Constantine	50
II.2 Chaîne de traitement des boues par digestion anaérobie	50
II.2.1 Dimensionnement de l'épaississeur.....	50
II.2.2 Dimensionnement du digesteur anaérobie.....	53
III. Température et bilan thermique.....	58
IV. L'épuration du biogaz	60
V. Fonctionnement et contrôle des digesteurs de boues anaérobies	61
VI. Résumé des résultats	61
Conclusion Général	64

Résumé

La valorisation énergétique par digestion anaérobie des boues issues des procédés épuratoire génère un biogaz, il contient du méthane qui a un pouvoir calorifique important et considéré comme un combustible très intéressant pouvant se substituer au gaz naturel du fait qu'il est valorisable dans plusieurs applications énergétiques comme la production de chaleur, de l'électricité, et carburant automobile. La digestion anaérobie est aujourd'hui l'un des moyens les plus performants pour dépolluer les eaux usées. Sa capacité à transformer les polluants en biogaz offre de plus un intérêt écologique et énergétique non-négligeable puisqu'elle s'inscrit actuellement dans les sources d'énergies renouvelables.

Les installations de traitement anaérobie en vue de la valorisation des boues des stations d'épuration sont rares en Algérie, l'objectif de ce travail est de dimensionner un digesteur anaérobie comme une seconde solution de traitement des boues de la station d'épuration d'Ibn Ziad vu que le traitement actuel est par séchage à lits de boues, et démontré l'efficacité et l'énergie qui sera produite par le procédé anaérobie.

Mots Clés : Digestion anaérobie, boue, STEP, biogaz, énergie.

Abstract

Energy recovery by anaerobic digestion of sludge from purification processes generates biogas, it contains methane which has a high calorific value and is considered a very interesting fuel that can replace natural gas because it can be recovered in several energy applications, such as the production of heat, electricity, and automotive fuel. Anaerobic digestion is one of the most efficient ways to clean up wastewater today. This ability to transform pollutants into biogas is also of significant ecological and energy interest since it is currently part of renewable energy sources.

Anaerobic treatment facilities for the recovery of sludge from wastewater treatment plants are rare in Algeria, the objective of this work is to size an anaerobic digester as a second treatment solution for sludge from the wastewater treatment plant Ibn Ziad saw that the current treatment is by sizing in sludge beds, and demonstrated the efficiency and energy that will be produced by the anaerobic process.

Keywords: Anaerobic digestion, sludge, WWTP, biogas, energy.