

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



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

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire

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

EXPLOITATION DE LA RESPIROMETRIE POUR
L'OPTIMISATION DES PRETRAITEMENT
APPLIQUES DANS LA DIGESTION ANAEROBIE DES
DECHETS DE CUISINE

Présenté par :

M^{lle} DEBACHE Khawla

M^{me} BENSALAM Folla

Dirigé par :

Dr. Zamouche-Zerdazi. R

Dr. Achouri .W

Session : Juillet

2018-2019

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS ET NOMENCLATURES

INTRODUCTION GENERALE

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

CHAPITRE I : LA DIGESTION ANAEROBIE

1.1 Introduction.....	3
1.2 Les boues d'épurations urbaines.....	3
1.2.1 Définition.....	3
1.2.2 Origine des boues.....	3
1.2.3 Les différents types des boues.....	4
1.3 Les déchets biodégradables.....	5
1.3.1 Les déchets organiques.....	5
1.3.2 Les types des déchets organiques.....	5
1.4 Présentation du biogaz.....	6
1.4.1 Le biogaz.....	6
1.5 La digestion anaérobie (DA).....	6
1.5.1 Principe général de la digestion anaérobie.....	6
1.5.2 Les différentes étapes de la digestion anaérobie.....	8
1.5.2.1 Hydrolyse.....	8
1.5.2.2 Acidogenèse.....	9
1.5.2.3 Acétogenèse.....	10
1.5.2.4 Méthanogenèse.....	10
1.5.3 Les paramètres influents de la digestion anaérobie.....	11
1.5.3.1 Température.....	11
1.5.3.2 Potentiel hydrogène (pH).....	13

1.5.3.3 L'alcalinité ou pouvoir tampon.....	13
1.5.3.4 Le temps de séjour hydraulique (TSH).....	14
1.5.3.5 La teneur en eau.....	14
1.5.3.6 Rapport C/N.....	14
1.5.3.7 L'inoculum.....	14
1.5.3.8 Le potentiel redox.....	15
1.5.3.9 Le contenu en particules solide.....	15
1.5.4 Les inhibiteurs de la digestion anaérobie.....	15
1.5.4.1 Les acides gras volatils.....	15
1.5.4.2 Le sulfure d'hydrogène.....	16
1.5.4.3 L'azote ammoniacal.....	16
1.5.4.4 L'hydrogène.....	16
1.5.4.5 Les métaux lourds.....	17
1.5.5 Les conditions physico-chimiques nécessaires à la digestion anaérobie.....	17
1.5.6 Avantages et inconvénients de la digestion anaérobie.....	17
1.5.6.1 Les avantages.....	17
1.5.6.2 Les inconvénients.....	18

CHAPITRE II : LES PRETRAITEMENTS

2.1 Introduction.....	19
2.2 Prétraitements pour améliorer la digestion anaérobie.....	19
2.2.1 Le principe de prétraitement.....	19
2.2.2 Les principaux objectifs du prétraitement.....	19
2.2.3 Les différents types de prétraitement.....	20
2.2.3.1 Le prétraitement physique.....	20
2.2.3.2 Prétraitement chimique.....	23
2.2.3.3 Prétraitement biologique.....	25
2.2.3.4 Prétraitement combinés.....	26
2.2.4 Avantages et inconvénients des prétraitements.....	27

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

3.1 Introduction.....	29
3.2 Matériels et produits chimiques.....	29

3.2.1 Matériels.....	29
3.2.2 Produits chimiques.....	30
3.3 Méthode d'analyses.....	30
3.3.1 Détermination de la conductivité.....	30
3.3.2 Détermination de la salinité.....	31
3.3.3 Détermination du potentiel d'hydrogène (pH).....	32
3.3.4 Détermination de la turbidité après 30 minutes de décantation.....	32
3.3.5 Détermination Totaux solides (TS) et Totaux volatils solides (TVS).....	34
3.3.6 Détermination des matières en suspension (MES)et des matières minérales en suspension (MM), des matières volatiles en suspension (MVS).....	35
3.3.7 Détermination du temps de succion capillaire(CST).....	38
3.3.8 Observations microscopiques.....	40
3.3.9 La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	41
3.3.10 Le test biodégradabilité " respirométrie".....	46
3.3.11 Analyse du biogaz : volume et composition.....	52

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 Introduction.....	57
4.2 Origine et caractérisation du substrat.....	57
4.2.1 Composition des déchets de cuisines utilisés dans cette étude.....	57
4.2.2 Caractérisation du substrat.....	59
4.3 Origine et caractérisation des inocula utilisés.....	60
4.3.1 Origine et condition de prélèvement de l'inoculum 01.....	60
4.3.2 Origine et condition de prélèvement de l'inoculum 02.....	62
4.4 Incubation des inocula dans les réacteurs.....	63
4.4.1 Incubation et mise en marche du réacteur en condition aérobie.....	63
4.4.2 Incubation et mise en marche du réacteur en condition anaérobie.....	64
4.5 Les prétraitements sélectionnés.....	65
4.5.1 Le prétraitement thermique (PT).....	65
4.5.2 Le prétraitement par micro-ondes (PMO).....	66
4.6 Caractérisation de l'effet des prétraitements.....	66
4.6.1 Effet des prétraitements sur les caractéristiques physico-chimiques du substrat.....	66
4.6.2 Effet des prétraitements sur la solubilité de la charge organique du substrat.....	68

4.6.3 Effet des prétraitements sur la minéralisation du substrat.....	70
4.6.4 Effet des prétraitements sur la désagrégation du substrat.....	71
4.6.5 Effet des prétraitements sur l'hydrolyse du substrat.....	73
4.7 La digestion anaérobie des déchets de cuisine prétraités.....	81
4.7.1 La digestion anaérobie des déchets de cuisine prétraités thermiquement.....	82
4.7.2 La digestion anaérobie des déchets de cuisine prétraités par micro-ondes.....	88
4.8 Comparaison entre les deux prétraitements appliqués aux DC.....	95
4.9 Conclusions.....	96

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale.....	97
--------------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

RESUME

RESUME

Résumé

La digestion anaérobie (**DA**) est un processus biologique naturel reposant sur la Capacité de certaines souches de bactéries à entretenir des réactions biochimiques de conversion de la matière organique solide en un produit gazeux. Ce produit, connu sous le nom de biogaz, est principalement composé de CO₂ et CH₄. Dans ce travail, la (**DA**) a été appliquée aux déchets de cuisines générés des restaurants universitaires de l'Université Salah Bounider Constantine 3, deux prétraitements physiques ont été sélectionnés pour améliorer les performances de la (**DA**) de ce type de déchet , prétraitement thermique (**PT**) appliqué à des basses températures [70-100] °C et à des fortes températures [130-250] °C et prétraitement par micro-onde (**PMO**) appliqué à des puissances variant de [300-1000] W et des temps de traitement de [1-3] min. Les tests respirométriques en aération continue ont été exploités pour la prédiction de meilleures conditions de prétraitement.

Le (**PT**) était beaucoup plus performant par rapport au (**PMO**) et a pu contribuer efficacement à l'amélioration des performances de la (**DA**) des (**DC**) et la récupération d'énergie renouvelable. La respirométrie a été un outil efficace de prédiction dans la sélection du choix du prétraitement à appliquer et les conditions opératoires à imposer.

Abstract

Anaerobic digestion (**AD**) is a natural biological process based on the ability of some strains of bacteria to sustain biochemical reactions that convert solid organic matter into a gaseous product. This product, known as biogas, is mainly composed of CO₂ and CH₄. In this study, the (**AD**) was applied to the kitchen waste (**DC**) generated from University restaurants Salah Bounider Constantine 3, two physical pretreatments were selected to improve the performance of the AD of this type of waste, thermal pretreatment (**TP**) applied at low temperatures [70-100] °C and at high temperatures [130-250] °C and pretreatment by microwave (**MOP**) applied to varying powers of [300-1000] W and treatment times of [1-3] min. Continuous aeration respirometric tests were used to predict the best pretreatment conditions.

The (**TP**) was much more efficient compared to the (**MOP**) and was able to contribute effectively to improving the performance of the (**AD**) of the (**DC**) and the recovery of renewable energy. Respirometry has been an effective prediction tool in the selection of the choice of pretreatment to be applied and the operating conditions to be imposed.