

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE / INSTITUT

DEPARTEMENT

N° d'ordre :

... .. Série :

.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**VALORISATION ENERGETIQUE D'UN DECHET ORGANIQUE SOLIDE :
PRODUCTION DU BIOGAZ**

Dirigé par :

Présenté par :

- TOUFOUTI MED HABIB AKRAM
- OUBIRI RAYENE
- HAMOUCHE LINA AYA

Dr. MANSOURI Noura

Grade : MCB

Année Universitaire 2022/2023

Session : (juin)

Table de matière

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 1	1
I. Introduction.....	1
II. Digestion anaérobie, biogaz	2
II.1 Qu'est-ce qu'un « BIOGAZ » ?.....	2
II.2 Historique de la digestion anaérobie	2
II.3 Principe de la digestion anaérobie	3
I. Aspects stoechiométriques	3
II. Etapes de la digestion anaérobie.....	3
II.4 Paramètres physico-chimiques et biologiques influençant la digestion anaérobie	6
La température.....	6
Le pH et les AGV	7
Le potentiel d'oxydo-réduction	7
Les besoins nutritionnels rapport C/N	7
La composition des boues à traiter	7
II.5. Avantages et inconvénients de la production de biogaz.....	8
II.6. Application et utilisation de biogaz.....	8
III. Composition du milieu réactionnel utilisé en Co- digestion anaérobie.....	9
III.2 Substrat (noyaux des dattes)	11
IV. Amélioration de rendement de la méthanisation par les procédés de prétraitement	13
IV.1. Prétraitement mécanique (broyage et tamisage).....	13
IV.2. Prétraitement par ultrasons	15
V. Résultats de la digestion d'après la littérature.....	17
CHAPITRE 2	18
I. Introduction.....	18
II. Matériels utilisés	18
II.1. Appareillage	18
II.2. Produits et réactifs chimiques utilisés	19
III. Réalisation de la digestion anaérobie	19
III.1. Origine des inoculum utilisés	19
A. Boues de la station d'épuration	19
B. Bouse de vache (fumiers)	20
III.2. Origine du substrat utilisé (noyaux de dattes).....	20
III.3. Choix des conditions opératoires.....	21

III.4. Mesure du potentiel méthane ou BMP	21
III.5. Préparation des réacteurs en batch	22
III.6. Solution nutritive	23
IV. Mesure de gaz produit.....	23
V. Amélioration du rendement en biogaz et bio méthane	24
V.1. Prétraitement mécanique par tamisage	24
V.2. Prétraitement par ultrason	25
VI. Caractérisation de la matière première.....	26
A. Mesure du pH.....	26
B. TS et TVS.....	26
VII. Dosage de TA et TAC.....	28
VIII. Mesure de la demande chimique en Oxygène (DCO).....	28
CHAPITRE 3	31
INTRODUCTION	31
I. Etude de la production de biogaz.....	31
I. Effet de TS et TVS sur la quantité de substrat utilisé (ratio I/S)	32
II. Variation des TS et TVS	33
III. Effet de ratio I/S sur la production du biogaz.....	34
IV. La variation du pH avant et après incubation.....	35
II. Caractéristiques de la phase gazeuse après incubation	36
II.1. Production du biogaz.....	37
II.2. Production de méthane	38
II.3. Influence de l'ajoute du substrat sur la production cumulée en biogaz.....	39
II.4. Influence de l'ajout du substrat sur la production cumulée en méthane.....	40
II.5. Composition du biogaz produit.....	42
III. Effet de la digestion sur la demande chimique en oxygène	43
IV. Étude de l'influence du prétraitement mécanique sur la production en biogaz	48
IV.1 Cinétique de production en biogaz pour les réacteurs prétraités.....	49
IV.2 Cinétique de production en CH ₄ pour les réacteurs prétraités.....	51
V. Composition de la phase gazeuse des réacteurs avec et sans prétraitement des milieux réactionnels	52
VI. Caractérisation des échantillons avant et après incubation.....	53
CONCLUSION GENERALE.....	54

LISTE DES FIGURES

FIGURE	DETAIL	PAGE
Figure I.1	Etapes de la digestion Anaérobie	4
Figure I.2	Valorisation énergétique Du biogaz	9
Figure I.3:	Noyaux de datte	11
Figure I.4 :	Schéma d'un broyeur à Matériaux	14
Figure I.5	Diagramme des intervalles D'ultrasons	15
Figure II.1	Broyeur mécanique	20
Figure II.2	Bain marie remplie avec Les réacteurs (digesteur)	22
Figure II.3	Solution de KOH	24
Figure II.4	Mesure de biogaz	24
FIGURE II.5	TAMISEUSE	25
Figure II.6	Prétraitement du substrat Dans un bain ultrasonique	25
Figure II. 7	PH-mètre	26
Figure II.8	Les échantillons avant L'étuve	27
Figure II.9	Les échantillons dans L'étuve	27
Figure II.10	Four à moufle utilise	27
Figure II.11	Digesteur DCO	29
Figure II.12	Dispositif de titrage des Échantillons de DCO	29
Figure III.1	Production cumulée de biogaz pour les six digesteurs	36
Figure III.1	Production cumulée en méthane pour les six digesteurs	37

Figure III.3	Volume cumulé du biogaz produit (inoculum 1+ substrat) pour les 3 ratios étudiés et le réacteur à blanc (inoculum seul)	38
Figure III.4	Productions cumulées de Biogaz des (inoculum2 +substrat) des trois ratios avec le réacteur à blanc	39
Figure III.5	Production cumulée en méthane des (inoculum 1 + substrat) des trois ratios avec le réacteur à blanc	40
Figure III.6	Production cumulée de bio Méthane des (Inoculum 2 +Substrat) des trois ratios avec le réacteur à blanc	41

Figure III.7	Composition de biogaz des Fumiers et des boues	42
Figure III.8	Variation de DCO et la Production du biogaz pour le milieu (inoculum 1 + substrat), ratio (1/3)	43
Figure III.9	Variation de DCO et de la Production du biogaz par le milieu (inoculum2 + substrat), ratio (1/3)	44
Figure III.10	Variation de DCO et la Production du biogaz pour le milieu (inoculum 1 + substrat), ratio (2/3)	45
Figure III.11	Variation de DCO et de la Production du biogaz par le milieu (inoculum2 + substrat), ratio (2/3)	45
Figure III.12	Variation de DCO et la Production du biogaz pour le milieu (inoculum 1 + substrat), ratio (1/2)	46
Figure III.13	Variation de DCO et la Production du biogaz pour le milieu (inoculum 2 + substrat), ratio (1/2)	47
Figure III.2	Production du biogaz après traitement avec ultrason et traitement mécanique	48
Figure III.15	Accumulation de méthane par les différentes méthodes de Prétraitements	50
Figure III.16	Composition de biogaz Après et avant Intensification Avec ultrasons et mécanique	51

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX	DETAIL	PAGE
Tableau I.1	Composition du biogaz	2
Tableau I.2	Comparaison de la digestion en condition thermophile et mésophile	6
Tableau I.3	Composition chimique de Noyaux de dattes	13
Tableau I.4	Effet du prétraitement ultrasonique sur les performances des boues en digestion anaérobie	16
Tableau I.5:	Co- digestion de déchets Solides	17
Tableau II.1	Produits et réactifs chimiques Utilisés	19
Tableau II.2	Caractérisation des boues de STEP de Oued el Athmania	19
Tableau II.3	Caractérisation des fumiers De la région de Jbel el Ouehch	20
Tableau II.4	Caractérisation du substrat (Deglet Nour)	21
Tableau II.5	Composition de la solution Nutritive	23
Tableau III.1	Masse de substrat et quantité De l'inoculum Correspondante au chaque ratio	33
Tableau III.2	Valeurs de TS et TVS des Boues	33
Tableau III.3	Valeurs de TS et TVS des Fumiers	34
Tableau III.4	Masses des substrats et L'inoculum utilisés	34
Tableau III.5	Valeurs de pH avant et après Digestion	35
Tableau III.6	Caractérisation des échantillons avant et après incubation	52

ملخص

يتطرق هذا البحث لدراسة عملية الهضم اللاهوائي لنواة فاكهة التمر المادة العضوية بالإضافة إلى رواسب مياه الصرف الصحي (المحفز 1) و فضالات الأبقار (المحفز 2) في الطور الحراري المتوسط (37 درجة مئوية).

يكمن الهدف الرئيسي للبحث في إنتاج طاقة من خلال إنتاج الغاز الحيوي البيو ميثان باستعمال نواة التمر، كما يهدف إلى دراسة قابلية التحلل الحيوي للمحفزين ونواة التمر معا. التجارب المجرات ركزت على تأثير هضم المادة العضوية والمحفز، تأثير نسبة المحفز /المادة العضوية، ودور المعالجات الميكانيكية المطبقة (الغربلة و الأمواج فوق الصوتية لمدة 10، 15، و 20 دقيقة) على إنتاجية الغاز الحيوي والبيو ميثان.

أظهرت نتائج التجارب ما يلي:

- إضافة المادة العضوية للمحفز تؤدي إلى زيادة إنتاج الغاز الحيوي.
- كمية المادة العضوية الأمثل لتحقيق أقصى إنتاج للغاز الحيوي والبيو ميثان هي النسبة 3/1 بالمقارنة مع النسبتين (3/2 و 1/2).
- أدى الهضم المشترك للمادة العضوية +المحفز 1 (نسبة 3/1) إلى إنتاج 280 مل من الغاز الحيوي، بينما أدى الهضم الفردي للمحفز 1 إلى إنتاج 222 مل .
- كما أدى الهضم المشترك للمادة العضوية +المحفز 2 (نسبة 3/1) إلى إنتاج 245 مل من الغاز الحيوي، بينما أدى الهضم الفردي للمحفز إلى إنتاج 168 مل 2.
- أظهرت نتائج المعالجات الميكانيكية أن الغربلة تعطي إنتاج أفضل للغاز الحيوي والبيو ميثان مقارنة الأمواج فوق الصوتية. على سبيل المثال، أنتجت العينان المعالجة بالغربلة غاز حيوي والبيو ميثان بمقدار 100 مل و 63 مل، على التوالي، في حين أن الأمواج فوق الصوتية أنتج غاز حيوي والبيو ميثان بمقدار 66 مل و 30 مل ، على التوالي) لمدة 20 دقيقة).
- للمعالجة الميكانيكية تأثير إيجابي على الهضم اللاهوائي من خلال تقليل مدة استجابة للتفاعل بالمقارنة مع الهضم بدون معالجة. ومع ذلك، لاحظنا تأثيرها السلبي على إنتاجية الغاز الحيوي.

الكلمات المفتاحية:-

الهضم اللاهوائي، التخمر، المعالجة بالموجات فوق الصوتية، المعالجة بالغربلة، رواسب مياه الصرف الصحي، نواة التمر، وروث الأبقار، وحركية الإنتاج.

Abstract

This final study is an experimental study of the anaerobic digestion of date palm kernels (Substrate) with sewage sludge (Inoculum 1) and cattle manure (Inoculum 2) in the mesophilic phase. The primary objective is to energetically use the substrate to produce biogas.

The experiments were carried out in the laboratory and focused on the effect of co-digestion, ratios (Inoculum/Substrate). Mechanical pretreatments (sieving and ultrasound (10.15.20 min exposure) from the point of view of biogas and bio methane yield.

Based on the experiments carried out, the optimum quantities of substrate that results into maximum quantities of biogas production. The 1/3 ratio gave better results in terms of the cumulative amount of biogas and bio methane compared to the two other ratios studied (2/3 and 1/2).

The results of the two pretreatment methods showed that pretreatment by sieving gave a better yield in biogas and bio-methane compared to ultrasonic pretreatment, the former gave a biogas accumulation of biogas and bio-methane of 100 ml of 63 ml respectively , while the latter yielded a combined biogas and bio-methane of 66 mL 30 mL (for 20 min).

Keywords: Anaerobic digestion, fermentation, ultrasonic pretreatment, sieve pretreatment, sludge, date pits, cattle manure, production kinetics.