

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE CONSTANTINE 3 SALAH BOUBNIDER**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N d'ordre :
Série :

Mémoire de master

Filière : Génie des procédés.

Spécialité : Génie chimique.

**Effets des différentes méthodes de prétraitement sur la
qualité du bio-méthane obtenu par digestion anaérobie
d'un déchet organique**

Dirigé par :

**Dr. MANSOURI Noura
Grade : MCB**

Présenté par :

**BOUGHZAL Asma
REBAI Hadil
SOUANE Mouhamed Adem**

Année Universitaire 2023/2024.

Session:(Juin)

Sommaire

| | |
|--|----|
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction générale..... | 1 |
| CHAPITRE I : Synthèse Bibliographique | |
| I.1 Introduction | 3 |
| I.2.1. Digestion anaérobie, biogaz, biométhane | 3 |
| I.2.2. Historique de la production du biogaz..... | 4 |
| I.3.1. L'inoculum..... | 5 |
| I.3.2. Le substrat | 6 |
| I.5. Paramètres influencent la digestion anaérobie..... | 10 |
| I.6. Avantages et les inconvénients de la production de biogaz par la digestion anaérobie..... | 12 |
| I.7. Amélioration de rendement de la méthanisation..... | 12 |
| I.7.1. Prétraitement mécanique, broyage et tamisage | 13 |
| I.7.2. Prétraitement ultrasonique | 13 |
| I.7.3. Prétraitement chimique | 14 |
| I.7.4. Prétraitement thermique..... | 15 |
| I.8. Travaux ultérieurs | 15 |
| | |
| CHAPITRE II : matériels et méthodes | |
| II. Introduction | 18 |
| II.1. Produits et réactifs chimiques utilisés | 18 |
| II.2. Matériels utilisés | 19 |
| II.2.1. Appareillage..... | 19 |
| II.3. Paramètres de la digestion anaérobie | 19 |
| II.3.1. Inoculum utilisé (Boues de station d'épuration)..... | 19 |
| II.3.2. Substrat utilisé (noyaux de dattes) | 20 |
| II.4. Préparation du milieu réactionnel (choix de ratio) | 22 |
| ➤ Mesure des TS et TVS (solides totaux et solide volatil total) | 22 |
| II.4.1. Addition de solution nutritive | 24 |
| II.5. Méthodes de prétraitement adoptées..... | 24 |
| II.5.1. Prétraitement ultrasonique | 25 |
| II.5.2. Prétraitement chimique (basique) et thermochimique (T élevée) | 25 |
| II.6. Préparation des réacteurs batch..... | 26 |
| II.7. Réalisation de la digestion anaérobie..... | 26 |
| II.8. Suivi de la production du biogaz et bio méthane | 28 |

| | |
|--|-----|
| II.9. Caractérisation des milieux réactionnels avant et après digestion..... | 28 |
| II.9.1. Mesure du pH..... | 29 |
| II.9.2. Détermination de la MES et MVS (matières en suspension et matières sèche volatile | 29 |
| II.9.3. Dosage du TA et TAC..... | 31 |
| II.9.4. Détermination de la Demande chimique en oxygène totale et soluble (DCO)..... | 32 |
| | |
| CHAPITRE III : Résultats et discussions | |
| III. Introduction..... | 33 |
| III.1. Choix de ratio substrat/inoculum..... | 33 |
| III.2. Caractérisation du milieu réactionnel avant incubation..... | 34 |
| III-2.1 TA et TAC..... | 35 |
| III-2.2 MES et MVS | 36 |
| III-2.3- Demande Chimique en Oxygène totale (DCOT), Demande Chimique en Oxygène soluble (DCOS) | 36 |
| III.3. Effet des prétraitements mécanique sur la production et la composition de biogaz..... | 37 |
| III.4. Effet de prétraitement chimique sur la production et la composition du biogaz..... | 40 |
| III.5. Effet des prétraitements thermo-chimique sur la production et composition de biogaz... | 43 |
| III.6. Etude de l'effet de la température sur la production de biogaz et CH ₄ | 47 |
| III.7. Etudes comparatifs entre les différents les productions obtenues par tous les réacteurs. | 52 |
| III.7.1 Comparaison de production en biogaz..... | 52 |
| III.7.2 Comparaison de la production en CH ₄ | 53 |
| III.8. Composition de la phase gazeuse des réacteurs avec et sans prétraitement des milieux réactionnelles | 55 |
| III.9. Caractérisation du milieu réactionnel après la digestion | 56 |
| III.9.1- TA et TAC..... | 56 |
| III.9.2- MES et MVS | 58 |
| III.9.3. DCO totale et DCO soluble..... | 60 |
| III.10. Modélisation de production cumulée de méthane pour un substrat | 62 |
| III.10.1 Modèle de Gompertz..... | 62 |
| III.10.2 Modèle de Gompertz modifié | 62 |
| III.10.3. Résultats de la modélisation du trois prétraitement ultrasonique, chimique et thermo-chimique, milieux D et D` | 63 |
| III.10.4 Résultats de la modélisation pour les milieux A, B et C..... | 66 |
| III.10.5. Résultats de la modélisation pour les milieux A`, B` et C` | 69 |
| Conclusion | 70 |
| références | 75 |
| Annexe..... | 80. |
| Résumé | |

ABSTRACT

This work focuses, firstly, on the study of the anaerobic digestion process of date pits (substrate) in the presence of sewage sludge (inoculum), at a mesophilic temperature (37°C).

The main objective is to study the effect of pre-treatment of this substrate on the production of biogas and bio-methane, for an inoculum/substrate ratio of 1/3. Two pre-treatment methods were adopted, mechanical pre-treatment (exposure to ultrasonic waves for 15 and 30 minutes), and secondly chemical pre-treatment, using different concentrations of calcium hydroxide (1.25M, 0.625 M and 0.25M), the second method was applied at two temperatures 24 °C and 80°C.

The results of our experiments showed that chemical pre-treatment gave better biogas and methane production. In fact, 122 ml and 33 ml of biogas and biome thane respectively were obtained with chemical pre-treatment, compared with 32 ml and 16 ml of biogas and biome thane respectively with mechanical pre-treatment.

Chemical pretreatment has a positive effect on anaerobic co-digestion compared with mechanical pretreatment (ultrasonic waves) and that obtained with ordinary digestion.

Key words: *Anaerobic digestion, chemical pretreatment, ultrasonic pretreatment, depurated sludge, date pits, Ca (OH)₂, Biogas.*

ملخص

هذا العمل يركز أولاً على دراسة عملية الهضم اللاهوائي لنواة التمر (المادة العضوية) في وجود مياه الصرف الصحي (المحفز) عند درجة حرارة متوسطة (37 درجة مئوية).
الهدف الرئيسي هو دراسة تأثير المعالجة المسبقة لهذه المادة العضوية على إنتاج الغاز الحيوي و البيو ميثان المنتج بالنسبة المحفز/المادة العضوية 1/3 .
تم اعتماد طريقتين للمعالجة المسبقة ،الأولى هي المعالجة الميكانيكية (التعرض للأمواج فوق الصوتية لمدة 15 و 30 دقيقة) ، والثانية هي المعالجة الكيميائية باستخدام تراكيز مختلفة من هيدرو كسيد الكالسيوم (0.25M، 0.625M، 1.25M)، وتم تطبيق الطريقة الثانية عند درجتى حرارة 24 درجة مئوية و 80 درجة مئوية .
• أظهرت نتائج تجاربنا أن المعالجة الكيميائية تعطي إنتاجاً أفضل من الغاز الحيوي و غاز الميثان في الواقع تم الحصول على 122 مل و 33 مل من الغاز الحيوي و غاز الميثان على التوالي باستخدام المعالجة الميكانيكية، مقارنة ب 32 مل و 16 مل من الغاز الحيوي و غاز الميثان على التوالي باستخدام المعالجة الميكانيكية .
• المعالجة الكيميائية لها تأثير ايجابي على الهضم اللاهوائي المشترك مقارنة بالمعالجة الميكانيكية (الأمواج فوق الصوتية) وتلك الناتجة عن الهضم بدون معالجة .

الكلمات المفتاحية: الهضم اللاهوائي، المعالجة الكيميائية، المعالجة بالموجات فوق الصوتية، مياه الصرف الصحي، نواة التمر، $Ca(OH)_2$ ، الغاز الحيوي .

Résumé

Ce travail se concentre, en premier lieu, sur l'étude du processus de digestion anaérobie des noyaux de datte (substrat) en présence des boues d'épuration (inoculum), à une température mésophile (37°C).

L'objectif principal est d'étudier l'effet de prétraitement de ce substrat sur la production de biogaz et de bio méthane produit, pour un rapport inoculum/substrat de 1/3. Deux méthodes de prétraitements ont été adoptées, un prétraitement mécanique (exposition aux ondes ultrasonique pendant 15 et 30 minutes), et en deuxième lieu le prétraitement chimique, en utilisant différentes concentrations d'hydroxyde de calcium (1,25M, 0,625 Met 0,25M), la deuxième méthode a été appliquer a deux températures 24 °C et 80°C.

Les résultats de nos expériences ont montrés que le prétraitement chimique donne de meilleure production en biogaz et en méthane. En effet, 122 ml et 33 ml de biogaz et de bio méthane respectivement ont été obtenus avec le prétraitement chimique, comparativement à 32 ml et 16 ml de biogaz et de bio méthane respectivement avec le prétraitement mécanique.

Le Prétraitement chimique à un effet positif sur la Co-digestion anaérobie par rapport au prétraitement mécanique (ondes ultrasonique) et celle obtenu avec une digestion ordinaire.

Mots clé : Digestion anaérobie, prétraitement chimique, prétraitement ultrasonique, boues dépurations, noyaux de dattes, $Ca(OH)_2$, Biogaz.