

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDÉS
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

ÉFFET DES DIFFÉRENTS INOCULA SUR LA PRODUCTION DE BIOGAZ A PARTIR DE LA DIGESTION ANAÉROBIE DE DIFFERENTS DECHETS ORGANIQUES

Présenté par :

Melle BENNECER MAISSA

Melle AIT HAMOUDA YASMINE

Melle BOUAOUNI OUMAIMA

Dirigé par :

DR. ACHOURI OUAFA

Grade : Maître de conférence

Année universitaire

2022-2023

Session : juin

Table de Matière

Table de matière:

Remerciements.....	I
Table des Matière.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	IV
Liste des abréviations	V
Introduction générale.....	1

Chapitre I : introduction générale sur le procédé de la digestion anaérobie

Introduction.....	3
I.1 Les technologies de conversion de la bioénergie.....	3
I.2 L’historique de la digestion anaérobie	4
I.3 La digestion anaérobie.....	6
I.3.1 Le principe de la digestion anaérobie	6
I.3.2 Valorisation du procédé de la digestion anaérobie.....	6
a. Production de digestat	7
b. Production de biogaz.....	7
I.3.4 Les différentes étapes biologiques de la digestion anaérobie.....	7
I.3.4.1 L’Hydrolyse	7
a. L’hydrolys des glucides	8
b.L’hydrolyse des composés azotés	8
c.L’hydrolyse des lipides	8
I.3.4.2 L’Acidogenèse.....	8
I.3.4.3 L’Acétogenèse.....	9
a.Les bactéries « ObligateHygrogenProducingAcetogens » ou OHPA	10
b.Les bactéries homo-acétogènes	10

Table de Matière

c.Les bactéries sulfato-réductrices (BSR)	10
I.3.4.4 La Méthanogenèse.....	10
I.4 Rendement théorique du méthane.....	11
I.5 Facteurs influençant le processus	12
I.5.1 Température	12
I.5.2 pH	13
I.5.3 Alcalinité	14
I.5.4 Le rapport C/N	14
I.5.5 Composés inhibiteurs	15
I.5.5.1 Les acides gras volatils (AGV)	15
I.5.5.2 L'azote ammoniacal	16
I.5.5.3 Les autres inhibiteurs	17
I.5.6 Les Nutriments	18
I.6 Biogaz.....	19
I.7 Différents types de réacteurs de digestion anaérobie.....	20
I.7.1 Modes d'alimentation et arrangement des réacteurs anaérobies.....	20
I.7.1.1 Mode discontinu ou batch En mode discontinu (Batch).....	20
I.7.1.2 Mode continu.....	19
I.7.1.3 Mode semi-continu.....	20
I.7.2 Technologies des réacteurs continus.....	21
I.7.2.1 Réacteurs parfaitement mélangés.....	21
I.7.2.2 Réacteurs à écoulement piston	22
I.7.2.3 Réacteurs à bio film ou granules	22
I.7.2.4 Réacteurs à lit fixe	22
I.7.2.5 Réacteurs à lit mobile	23
I.7.2.6 Réacteur UASB	23

Table de Matière

I.8 Application de la digestion anaérobie dans le monde	24
I.9 Synthèse sur l'application de la digestion anaérobie sur différents types de déchets.....	25
I.10 Avantages et inconvénients de la digestion anaérobie	26

Chapitre II: Méthodes et Matériels

Introduction.....	28
II.1 Description des échantillons	29
II.1.1 inocula.....	29
II.1.1.1 Boue de station d'épuration.....	29
II.1.1.2 Fumier de vache.....	29
a. Démarrage et acclimatation	30
b. Stabilité du procédé	30
c. Dégradation des substrats complexes.....	30
d. Équilibre nutritif.....	30
II.1.1.3 Fumier de cheval.....	30
II.1.2 substrats.....	32
II.1.2.1 Déchet alimentaires (Food waste « FW»)	32
II.1.2.2 Les épluchures des oranges (Orange Peels « OP »).....	33
II.1.2.3 Le marc de café (Coffee Grounds « CG »).....	34
II.1.2.4 Lentille d'eau (LemnaceaeGibba « LG »).....	35
II.1.2.5 Les herbiers marins (Seagrasse SG).....	36
7II.2 Description du digesteur et dispositif utilisé.....	38
II.3 Description du dispositif de mesure du biogaz.....	39
II.4 Détermination des caractéristiques des substrats et l'inoculum.....	40
II.4.1 pH.....	40

Table de Matière

II.4.2 Titre alcalimétrique (TAC) et les acides gras volatiles (AGV).....	41
II.4.3 Dosage de l'azote ammoniacal.....	42
II.4.4 La Dosage de la demande chimique en oxygène soluble (DCOs) et Totale (DCOt).....	43
II.4.5 L'azote kjeldahl TKN.....	45
II.4.6 Le dosage des protéines.....	46
II.4.7 Mesure des solide totaux TS et les solides totaux volatiles (TVS).....	47
II.4.9 L'analyse spectrométrique de l'infra-rouge : IFTR.....	47

Chapitre III : Résultats et Discussion

Introduction.....	49
III.1 Caractérisations des différents substrats et inocula.....	49
III. 2 Analyse des substrats par IFR.....	51
III.3 Etude de la digestion anaérobie des déchets avec le fumier de cheval.....	53
III.3.1 Production cumulée du biogaz	53
III.3.2 Rendement final d'élimination.....	56
III.3.2.1 Rendement d'élimination des TS et TVS	56
III.3.2.2 Rendement d'élimination de la DCOt et DCOs.....	57
III.3.2.3 Rendement d'élimination du NH_4^+ , et TKN.....	59
III.3.2.4 Rendement d'élimination des AGV(%) et rapport AGV/TAC.....	60
III.4 Etude de la digestion anaérobie des déchets avec les boues de la station d'épuration....	62
III.4.1 Production du biogaz.....	62
III.4.2 Rendement d'élimination final.....	64
III.4.2.1 Rendement d'élimination de la DCOt et DCOs	64
III.4.2.2 Rendement d'élimination du NH_4^+ , et TKN	65
III .5 Etude de la digestion anaérobie des déchets avec le fumier de vache.....	65
III.4.1 Production du biogaz.....	66

Table de Matière

III.4.2 Résultats des caractérisations finales.....	69
III.4.2.1 Rendement d'élimination des TS et TVS.....	69
III.4.2.2 Rendement d'élimination des DCOt et DCOs.....	70
III.4.2.3 Rendement d'élimination des NH ₄ ⁺ et TKN.....	70
III.4.2.4 Rendement d'élimination des AGV.....	71
III .5 Comparaison de production du biogaz des différents inocula	72
Conclusion Générale	74
Annexes.....	76
Références.....	78

Abstract:

The aim of this study was to evaluate the effect of different inoculum sources on different types of organic waste in the anaerobic digestion process. Three different inoculums (horse manure, cow manure, and sludge from municipal wastewater plant) were applied as inoculums and their effects were evaluated in batch reactors on food waste (FW), orange peels (OP), coffee grounds (CG), duckweed (LG), and seagrass (SG). The results indicated that cow manures were more suitable than the two other inoculums. Reactors inoculated with digested cow manures achieved higher biogas production and COD degradation. Reactors inoculated with LG achieved the highest biogas production (7423 mL/g TVS).

The chemical and physical structure of these wastes, which is mainly composed of lignin, cellulose, and hemicellulose, is difficult for bacterial degradation; therefore, the source of an inoculum will affect the digestion results of these molecules. A suitable inoculum can increase the degradation rate, enhance biogas production, shorten the starting time, and make the digestion process more stable.

Résumé:

Le but de cette étude était d'évaluer l'effet de différentes sources d'inoculum sur différents types de déchets organiques dans le processus de digestion anaérobie. Trois inocula différents (fumier de cheval, fumier de vache et des boues du plan d'assainissement municipal) ont été appliqués comme inocula et leurs effets ont été évalués dans des réacteurs discontinus sur les déchets alimentaires (FW), les épluchures d'orange (OP), marc de café (CG), lentilles d'eau (LG) et herbiers marins (SG). Les résultats ont indiqué que le fumier de vache était plus approprié que les deux autres inocula. Les réacteurs inoculés avec du fumier de vache digéré ont atteint une production de biogaz plus élevée et une dégradation de la DCO. Les réacteurs inoculés avec LG ont atteint la production de biogaz la plus élevée (7423 mL/g TVS).

La structure chimique et physique de ces déchets, principalement composée de lignine, la cellulose et l'hémicellulose sont difficiles à dégrader par les bactéries; par conséquent, la source d'un inoculum affecte les résultats de la digestion de ces molécules. Un inoculum approprié peut augmenter le taux de dégradation, améliorer la production de biogaz, raccourcir le temps de démarrage et rendre le processus de digestion plus stable.