



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE CONSTANTINE 3

FACULTE DU GENIE DES PROCÉDES PHARMACEUTIQUES

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VU DE L'OBTENTION

DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE DES PROCÉDES

OPTION : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème

Effet du pH de démarrage sur le rendement en

méthane de la digestion anaérobie des

Rejets laitiers

Réalisé par :

- Kelkel Samir
- Bouchair ImèneHadjer

Encadré par :

Mme : Kheiredine Bani

Promotion: 2012-2013

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX
LISTE DES ABREVIATIONS
RESUME

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE LA DÉGRADATION ANAÉROBIE

- I.1. Introduction
- I.2. La digestion Anaérobie
 - I.2.1. Définition
 - I.2.2. Historique
- I.3. Etapes de la digestion anaérobie
 - I.3.1. L'hydrolyse
 - I.3.2. L'acidogènese
 - I.3.3. L'acétogènese
 - I.3.4. La méthanogènese
- I.4. Caractéristiques physico-chimiques et facteurs influençant sur la digestion anaérobie
 - I.4.1. L'anaérobiose
 - I.4.2. La Température
 - I.4.3. Le pH et le Pouvoir Tampon
 - I.4.4. Le substrat
 - I.4.5. Pression Partielle d'hydrogène
 - I.4.6. Composés toxiques / inhibiteurs
 - I.4.7. Autres paramètres influençant la digestion anaérobie
- I.5. La Méthanisation du point de vu technologique et industriel
 - I.5.1. La méthanisation en tant que procédé de traitement
 - I.5.2. Les différents types de réacteurs
 - I.5.2.1. Les digesteurs à cultures libres
 - I.5.2.1.1. Réacteur infiniment mélangé
 - I.5.2.1.2. Réacteur piston
 - I.5.2.1.3. Le réacteur contact
 - I.5.2.1.4. Le bioréacteur à membrane
 - I.5.2.2. Les digesteurs à cultures fixées
 - I.5.2.2.1. Le réacteur à lit de boue (UASB)
 - I.5.2.2.2. Le lit fixé
 - I.5.2.2.3. Le lit fluidisé
 - I.5.3. Avantages de la méthanisation
 - I.5.3.1. Intérêts environnementaux
 - I.5.3.2. Intérêts économiques
 - I.5.3.3. Les intérêts agronomiques
 - I.5.4. Inconvénients
 - I.5.5. Description d'un exemple d'une usine
 - I.5.6. Equivalence énergétique en méthane

CHAPITRE II : Caractérisation des rejets laitiers

II-1-Les Déchets biodégradables

II-1-2- Les rejets de l'industrie laitière

II-1-2-1 Les caractéristiques des rejets de l'industrie laitière

II-1-2-2- Caractéristiques des rejets laitiers provenant des fermes d'élevage et des fromageries

II-2- Traitement des effluents de la filière laitière

II-2-1-Bilan de Pollution

II-2-2-Prétraitement

II-2-3-Stratégies de traitement des rejets de l'industrie laitière

II-2-3-1-Traitement aérobie des rejets laitiers

II-2-3-2-Traitement anaérobie des rejets laitiers

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

III.1. Principe de Mesure du Potentiel méthanogène ou BMP (Biochemical Methan Potential)

III.2. Protocoles de mesure de la biodégradation anaérobie

III.2.1. Origine du substrat et de l'inoculum

III.2.2. Adaptation de l'inoculum

III.2.3. Description du réacteur utilisé

III.3. Caractérisation du substrat et de l'inoculum

III.4. Méthodes analytiques de calcul des paramètres

III.4.1. Dosage des Matières sèches (TS) et des matières volatiles (TVS)

III.4.2. Dosage du phosphore total

III.4.3. Dosage du TA et TAC

III.4.4. Dosage de la quantité de l'azote total (TKN) et de l'azote ammoniacal

III.4.4.1. Dosage de l'azote total

III.4.4.2. Dosage de l'azote ammoniacal

III.4.5. Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO)

III.4.6. Composition du Biogaz

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Introduction

IV .2. Méthodologie

IV.3. Résultats de la Phase mésophile

IV.3.1 Caractéristiques de la phase liquide avant incubation

IV.3.2 Caractéristiques de la phase liquide après incubation

IV.3.2.1 pH

IV.3.2.2 Alcalinité

IV.2.2.3 Solides totaux (TS) et les solides volatils totaux (TVS)

IV.3.2.4. Demande chimique en oxygène

IV.3.2.5. Azote ammoniacal et Azote organique

IV.3.2.6. Phosphore

IV.3.3. Caractéristiques de la phase gazeuse après incubation en phase mésophile

IV.3.3.1. Influence du ph de démarrage sur la Biodégradation anaérobie en phase Mésophile

IV.3.3.1.1. Variation du volume cumulé total (boue + rejet laitier) en biogaz produit

IV.3.3.1.2 Variation du volume cumulé (rejet laitier) en biogaz produit

IV.3.3.1.3. Composition du biogaz produit

IV.3.3.1.4 Variation du volume cumulé (rejet laitier) en CH₄

IV.3.4 Conclusion

IV.4. Résultats de la Phase thermophile

IV.4.1 Caractéristiques de la phase liquide avant incubation

IV.4. 2Caractéristiques de la phase liquide après incubation

IV.4.2.1. pH

IV.4.2.2. Alcalinité

IV.4.2.3. Solides totaux (TS) et les solides volatils totaux (TVS)

IV.4.2.4. Demande chimique en oxygène

IV.4.2.5. Azote ammoniacal et Azote organique

IV.4.2.6. phosphore

IV.4.3. Caractéristiques de la phase gazeuse après incubation en phase Thermophile

IV.4.3.1. Influence du ph de démarrage sur la Biodégradation anaérobie en phase Thermophile

IV.4.3.1.1. Variation du volume cumulé total (boue + rejet laitier) en biogaz produit

IV.4.3.1.2. Variation du volume cumulé (rejet laitier) en biogaz produit

IV.4.3.1.3 Variation du volume cumulé (rejet laitier) en CH₄ et en CO₂

IV.4.4. Conclusion

CONCLUSION GENERALE

ANNEXES

Résumé

L'étude expérimentale a été menée afin d'évaluer les effets de pH de démarrage de la digestion anaérobie du rejet laitier (Numidia Constantine) constitué principalement de lactosérum par une boue de station d'épuration qui a été acclimatée avant l'inoculation. Les essais ont été réalisés dans une série de réacteurs de 500ml avec quatre arrangements du pH (pH=4, pH=5.5, pH=7, pH=9.5) en phase mésophile 37°C et en phase thermophile 55°C. Le rejet laitier était la seule source de carbone organique.

La caractérisation avant incubation du rejet laitier montre qu'il est riche en matière volatile 60.6 et une DCO soluble de 9493.7 . La variation du volume de biogaz cumulé produit, tout en éliminant l'effet de l'inoculum et de [49 à 58ml/jour]. La production se maintient jusqu'au 48^{ème} jour.

La production maximale en biogaz est très faible pour le pH=4 (1661ml) et (1700ml) pour le pH=5,5. Elle est importante pour le pH=7 (2248ml) et pour le pH=9.5 (2217ml)

Les résultats des rendements en biogaz montrent que :

- pour les tests du pH=4 et pH=5 le pH n'a aucun effet sur les productions cumulées en biogaz finale mais la cinétique était supérieure pour le pH=5.5
- pour les tests du pH=7 et pH=9.5 le pH n'a aucun effet sur la production cumulées en biogaz finale ni sur la rapidité de son obtention en effet les valeurs finales sont de même ordre de grandeur.

Du point de vue composition en CH₄ les variations en volume cumulé du CH₄ pour les tests du pH=4 et 5.5 FIG représentent les 2/3 de la production totale en méthane par rapport aux tests du pH=7 et du pH=9.5.

Mots Clés: Effluents Laitiers -Biodégradabilité - Biogaz-Énergie Renouvelable