

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



UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03

FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

EN GENIE DES PROCEDES

OPTION : GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

Amélioration de la digestion anaérobie des rejets laitier par prétraitement mécanique

« les ultrasons »

Présenté par :

➤ **Boukhemis Ghaniyya**

➤ **Smaali khatima**

Dirigé par :

kheiredine Bani

Session : Juin

2017-2018

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| Liste des figure | I |
| Liste des tableaux..... | III |
| Liste des abréviations | V |
| Résumé | |
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I : La Digestion anaérobie et mécanisme du prétraitement | 3 |
| I.1 Historique de la digestion anaérobie | 3 |
| I.2 Définition de La digestion anaérobie..... | 3 |
| I.3 Intérêt de la digestion anaérobie..... | 3 |
| I.4 Etapes de la digestion anaérobie | 4 |
| I.4.1 L'hydrolyse | 4 |
| I.4.2 L'acidogènes | 4 |
| I.4.3 L'acétogenèse | 4 |
| I.4.4 La méthanogènes | 4 |
| I.5 Les avantages et les inconvénients de la digestion anaérobie | 5 |
| I.5.1 Avantages | 5 |
| I.5.1.1 Avantages environnementaux | 5 |
| I.5.1 .2 Avantages énergétiques de la digestion anaérobie | 6 |
| I.5.1 .3 Avantages socio-économiques | 6 |
| I.5.2 Les inconvénients | 6 |
| I.6 Paramètres physico-chimique influençant la digestion anaérobie | 6 |
| I.6 .1 pH | 6 |
| I.6 .2 Température | 7 |
| I.6 .3 Potentiel redox | 7 |
| I.6.4 Oxygène moléculaire et teneur en eau | 7 |

| | |
|---|------------|
| I.6 .5 Agitation | 7 |
| I.6 .6 Nutriments | 8 |
| I.7 Produits de la méthanisation | 8 |
| I .7.1le biogaz | 8 |
| I.7.2 les caractéristiques du biogaz | 9 |
| I.7.3Digestat | 9 |
| I.8 Amélioration de la technique de la digestion anaérobie | 9 |
| I.8.1 Méthodes de prétraitements | 9 |
| I .8. 1 Les processus physiques | 10 |
| I .8 1.1 Ultrasonication | 10 |
| I.8.1.2 Hydrolyse thermique | 10 |
| I.8.2 Les processus chimiques | 10 |
| I.8.2.1 Ozonation | 10 |
| I.8.2.2 Oxydation Fenton | 11 |
| I.8.3 Les processus biologiques | .11 |
| Chapitre II : Les déchets agro- alimentaires | 12 |
| II.1 Définition du lait | 12 |
| II.2 Composition du lait | 12 |
| II.2.1 L'eau | 12 |
| II.2 .2 Matière grasse | 12 |
| II. 2.3 Glucides | 13 |
| II. 2 .3 .1 Le lactose | 13 |
| II. 2 .4 Protéines | 13 |
| II. 2 .5 Vitamines | 13 |
| II.2. 6Minéraux | 13 |

| | |
|---|-----------|
| II.2.7 Enzymes | 13 |
| II.3 Le lactosérum | 14 |
| II.4 Le lactosérum et l'environnement | 15 |
| II.5 Les déchets des industries agro-alimentaires | 15 |
| II.6 Digestion anaérobie des effluents de l'industrie agro-alimentaire | 16 |
| II.7 Méthanisation du lactosérum | 17 |
| Chapitre III : Matériels Et Méthodes | 19 |
| III.1 Introduction | 19 |
| III.2 Procédure d'évaluation du potentiel méthanogène | 19 |
| III.3 Origine du substrat et de l'inoculum | 19 |
| III.3.1 Prétraitement aux ultrasons | 19 |
| III.3.2 Description du réacteur utilisé | 20 |
| III.3.3 Composition de la solution nutritive | 22 |
| III.4 Les méthodes analytiques | 23 |
| III.4 .1 Matières sèches (TS) et Matières volatiles (TVS) | 21 |
| III. 4.2 Dosage des Matières en suspension(MES) et Matière volatile en suspension(MVS) | 24 |
| III.4.3 Dosage du TA et TAC | 25 |
| III.4.4 Acide gras volatiles(AGV)..... | 27 |
| III.4.5 DCO total et soluble | 27 |
| III.4.6 Méthode de mesure la composition du biogaz | 29 |
| III.5 caractéristiques du substrat et de l'inoculum avant digestion..... | 29 |
| Chapitre IV : Résultats et discussions | 30 |
| IV.1 Introduction | 30 |

| | |
|--|-----------|
| IV.2 Rappel bibliographique | 30 |
| IV.3 : Prétraitement mécanique par ultrason | 31 |
| IV.3 .1 : Méthodologie | 31 |
| IV.3.2. : Effet du prétraitement par ultrason sur les paramètres physicochimique avant incubation de lait | 32 |
| IV.3. 2.1 : Effet du prétraitement sur le pH | 32 |
| IV.3. 2.2 Effet du prétraitement sur le TA et TAC | 33 |
| IV.3. 2 .3 Effet du prétraitement sur les TS et TVS | 33 |
| IV.3.2.4 : Effet du prétraitement sur la Solubilisation de la matière MES/MS et MVS/MES | 34 |
| IV.3. 2.5 Effet du prétraitement sur la DCO soluble et totale..... | 35 |
| IV.3 Résultat de l'effet du prétraitement sur digestion anaérobie | 38 |
| IV.3.3 phase mésophile..... | 38 |
| IV.3. 3.1 Variation du volume cumulé total en biogaz produit | 38 |
| IV.3 .3.2 Variation du volume cumulé total en méthane produit | 40 |
| IV.3.3.3 Amélioration biogaz méthane | 41 |
| IV.3.4 Caractéristiques de la phase liquide après incubation en phase mésophile...42 | |
| IV.3.4.1 Effet de prétraitement sur pH après incubation en phase mésophile | 43 |
| IV.3. 4.2 Effet du prétraitement sur la matière solide (TS) et la matière solide volatile (TVS) après incubation en phase mésophile | 43 |
| IV.3.4.3 Effet du prétraitement sur la DCOS en phase mésophile après incubation | 44 |
| IV.4 phase thermophile | 45 |
| IV.4.1 Variation du volume cumulé total en biogaz et en méthane produit | 45 |
| IV.4.2 Caractéristiques de la phase liquide après incubation en phase thermophile. | 46 |
| IV.4.2.1 Effet de prétraitement sur pH après incubation en phase thermophile. ... | 46 |

| | |
|--|------------|
| IV.4.2.2 Alcalinité et le rapport AGV/TAC..... | 47 |
| IV.4.2.3 Rendement d'élimination en TS et TVS phase thermophile | .48 |
| IV.4.2.4 : Rendement d'élimination en DCO Soluble phase thermophile | 48 |
| Conclusion | 49 |
| Conclusion générale..... | 50 |

Résumé :

La méthanisation est un processus biochimique qui permet la dégradation de la matière organique par des microorganismes en absence d'oxygène et en présence des nutriments qui accélère ce mécanisme dans le but d'avoir le méthane. Ce travail de mémoire concerne l'étude de la digestion anaérobie du lactosérum « rejet laitier » avec les boues sous l'effet d'un prétraitement mécanique « ultrason » en phase mésophile et thermophile. Les paramètres qui influencent sur la solubilité du lactosérum ont été mesuré dans comme le MES, MVS, DCOS, DCOT, accumulation du biogaz et méthane. Le prétraitement par ultrason était appliqué en variant le temps d'exposition aux ultrasons (2min, 7min, 12min, 17min). Les résultats montrent que ce prétraitement améliore la production en biogaz et en méthane pour les quatre tests de temps testés, et atteint un rendement maximum en volume cumulé en méthane égale a 143,73ml pour le test $t= 2\text{min}$ et $t=12\text{min}$. Ces deux tests conduisent à une production en méthane en biogaz 3 à 3.5 fois supérieure à celle du substrat non traité. La solubilité apparait pour tous les tests atteints 55% en ratio de la DCO pour le test t égal 7min et t égal 2min.

Mots clés : digestion anaérobie, prétraitement, rejet laitier .