

**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 GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT**

N° d'ordre : ....

Série : ....

## **Mémoire**

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

**Effet du prétraitement mécanique (sonication)  
sur deux substrats organiques (Margines  
d'olives et Rejet laitier)**

**Etude cinétique de la production de méthane**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> : Azioune Aouatef**

**M<sup>elle</sup> : Remache Rania**

**Dirigé par :**

**D<sup>r</sup> Bani Kheiredine**

**Année universitaire**

**2019-2020**

**Session : Septembre**

# Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

## Chapitre I : la digestion anaérobie et aérobie

I.1 Introduction.....	3
I.2 La digestion anaérobie .....	3
I.2.1 Qu'est-ce que la digestion anaérobie ? .....	3
I.2.2 Historique .....	4
I.2.3 Les étapes de la digestion anaérobie.....	5
I.2.3.1 L'hydrolyse.....	6
I.2.3.2 L'acidogenèse .....	7
I.2.3.3 L'acétogenèse .....	7
I.2.3.4 La Méthanogène .....	8
I.2.4 Configurations des digesteurs anaérobies.....	8
I.2.5 Avantages et Inconvénients de la digestion anaérobie .....	9
I.2.6 Les paramètres de contrôle de la digestion anaérobie .....	11
I.2.6.1 La température .....	11
I.2.6.2 pH .....	11
I.2.6.3 Temps de séjour hydraulique (TSH).....	12
I.2.6.4 Principaux inhibiteurs .....	12
I.2.6.5 Agitation .....	12
I.2.6.6 Les substances inhibitrices .....	12
I.2.6.7 Le sulfite .....	12
I.3 La digestion aérobie.....	13
I.3.1 Principe général .....	13

<b>I.3.2 Mécanismes</b> .....	<b>13</b>
<b>I.3.3 Facteurs limitant l'efficacité de la digestion aérobie</b> .....	<b>13</b>
<b>I.4 La comparaison entre la digestion anaérobie et aérobie</b> .....	<b>14</b>
<b>I.5 Conclusion</b> .....	<b>14</b>

## **Chapitre II : Revu Bibliographique Des Prétraitements**

<b>II.1 Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2 Les différents types de prétraitement</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2.1 Prétraitement mécanique</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2.1.1 Broyage</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2.1.2 La sonication</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2.1.3 Homogénéisation à haute pression</b> .....	<b>16</b>
<b>II.2.2 Prétraitement physique</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2.2.1 Hydrolyse thermique</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2.2.2 L'application de force de pression</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2.3 Prétraitement biologique</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2.3.1 Hydrolyse enzymatique</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2.4 Prétraitement chimique</b> .....	<b>18</b>
<b>II.2.4.1 Prétraitement alcalin</b> .....	<b>18</b>
<b>II.2.4.2 Prétraitement acide</b> .....	<b>19</b>
<b>II.2.4.3 L'ozonation</b> .....	<b>19</b>
<b>II.3 Conclusion</b> .....	<b>21</b>

## **Chapitre III : Potentiels méthanogènes et cinétique de la production du méthane**

<b>III.1 Procédure d'évaluation du potentiel méthanogène</b> .....	<b>22</b>
<b>III.2 Production ultime du méthane</b> .....	<b>22</b>
<b>III.3 Facteurs influençant la productivité du méthane</b> .....	<b>23</b>
<b>III.4 Modélisation de la cinétique de la production du biogaz</b> .....	<b>23</b>

III.4.1	Modèle de Gompertz .....	23
III.4.2	Modèle de Gompertz modifié .....	24
III.4.3	Modèle de transference (Reaction curve –type model) .....	24
III.4.4	Modèle logistic .....	25
III.5	Conclusion .....	26

## **Chapitre IV : Résultat Et Discussions**

IV.1	Introduction.....	27
IV.2	Méthodologie .....	27
IV.3	Effet du prétraitement par ultrason sur les paramètres physico chimique avant incubation .....	28
IV.3.1	Effet du pH.....	28
IV.3.2	Effet sur TVS et TS .....	29
IV.3.3	Effet du prétraitement aux ultrasons sur la solubilisation de la matière de la margine et du rejet laitier .....	29
IV.3.3.1	Evolution des MES/MS .....	29
IV.3.3.2	Effet du prétraitement sur la DCO soluble et totale.....	30
IV.3.4	Conclusion de la solubilisation .....	31
IV.4	Etude comparative des prétraitements ultrasoniques de deux substrats la margine d'olive et le rejet laitier en phase mésophile .....	31
IV.4.1	Cas de la margine d'olives et rejet laitier sans prétraitement .....	31
IV.4.2	Cas du prétraitement à t= 2min et t=7min de la margine d'olives et rejet laitier .....	32
IV.4.3	Cas du prétraitement à t=12min et t=17min de la margine d'olives et rejet laitier ....	33
IV.5	Amélioration de la production en biogaz pour chaque production.....	34
IV.6	Conclusion de la biodégradabilité.....	35
IV.7	Résultats de la modélisation .....	35
IV.7.1	Introduction.....	35
IV.7.2	Cas de l'effet du prétraitement de la margine d'olive sur la production de biogaz en phase mésophile .....	36

<b>IV.7.2.1</b> Influence du temps de latence $\lambda$ des deux modèles (margines d'olives) .....	<b>40</b>
<b>IV.7.2.2</b> Influence de la vitesse maximale $R_{max}$ de production du méthane des deux modèles ((margines d'olives) .....	<b>40</b>
<b>IV.7.3</b> Cas de l'effet du prétraitement du rejet de laitier sur la production de biogaz en phase mésophile .....	<b>41</b>
<b>IV.7.3.1</b> Influence du temps de latence $\lambda$ des deux modèles (rejet de laitier) .....	<b>44</b>
<b>IV.7.3.2</b> Influence de la vitesse maximale $R_{max}$ de production du méthane et de la production cumulée maximale en méthane des deux modèles (rejet de laitier).....	<b>44</b>
<b>IV.7.4</b> Comparaison entre les résultats de la modélisation du prétraitement des deux substrats margines et rejet laitier .....	<b>45</b>
<b>IV.7.5</b> Conclusion .....	<b>45</b>
Conclusion générale.....	<b>46</b>
Références bibliographiques.....	<b>47</b>
Résumé.....	<b>51</b>

### Résumé :

L'objet de cette étude consiste à comparer l'effet de prétraitement aux ultrasons sur deux substrats organique (la margine d'olives et le rejet laitier), afin de déduire leurs comportement physico chimique vis-à-vis de la solubilisation de la matière, de la cinétique de biodégradabilité et du rendement en méthane en phase mésophile (37°C).

Les résultats des masters mémoire master 2018 [46] et master 2018 [47] révèle que le prétraitement par sonication sur la margine d'olives et le rejet laitier à de temps de contact :

$t= 0$  min,  $t=2$  min,  $t= 7$  min et  $t= 12$  min et  $t= 17$ min, une augmentation de la solubilisation et elle est en faveur du rejet laitier avec le meilleur ratio DCOs/DCOt égale à 93%.

L'étude de la biodégradabilité par le processus de la digestion anaérobie en phases mésophile (37°C) à  $t=7$  min le rendement en méthane de la margine d'olives est plus important il atteint la valeur 90 ml/gTVS contre 40ml/gTVS pour le rejet laitier.

Les équations de Compertz modifié et Logistic modèle sont utilisés pour la production de méthane qui permet de représenter des courbes d'allures sigmoïdales, correspondent exactement aux valeurs expérimentales. Résultant des valeurs de  $R^2$  supérieures à 0,98 pour le prétraitement sur la margine d'olives.

Les ajustements des mêmes équations aux rendements journaliers de méthane cumulatifs du rejet laitier ne concordent pas avec les résultats expérimentaux malgré que sa corrélation  $R^2$  dépasse 0.98.

**Mots clés : digestion anaérobie –margine d'olive – rejet de laitier – solubilisation – biodégradabilité –méthane**