

**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**

# **ÉTUDE DE LA CO-DIGESTION DU MARC DE CAFÉ ET DES DÉCHETS DE FRUITS ET LÉGUMES EN MODE MÉSOPHILE ET THERMOPHILE**

**Présenté par**

- **Mlle. BENSEGUENI Chaima**
- **Mlle. RIGHA Lamis**

**Dirigé par :**

**Dr. ACHOURI Ouafa**  
**Grade : Maître de conférences**

**Année universitaire**

**2021-2022**

**Session : juin**

# Table de Matières

**Dédicaces**

**Remerciements**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations et symboles**

**Introduction générale**.....1

## **Chapitre I : Généralités sur les déchets alimentaires et le marc de café**

I.1 Introduction .....	4
I. 2 Généralités sur les déchets alimentaires .....	5
I.2.1 Définition .....	5
I.2.2 Composition chimiques des déchets alimentaires .....	6
I.2.3 Classification des déchets alimentaires et voie de recyclage privilégiée.....	8
I.3 Les déchets alimentaires dans la ville Constantine .....	9
I.4 Les déchets alimentaires en Algérie.....	10
I.5 Les moyens de traitement les déchets alimentaires .....	10
I.5.1 Le stockage ou l'enfouissement .....	10
I.5.2 L'incinération .....	11
I.5.3 Compostage .....	11
I.5.4 Méthanisation.....	11
I.6 Les déchets du café (marc du café) .....	11
I.6.1 Définition.....	11
I.6.2 Les propriétés du marc de café .....	12
a. Propriétés physiques du marc de café .....	12
b. Propriétés chimiques du marc de café .....	12
I.6.3 La production des déchets de café .....	13
I.6.4 Valorisation de Marc du café.....	14
a. Production de compost .....	14
b. Production de biocarburants.....	14
c. Substrat pour la culture de micro-organismes et de champignons comestibles .....	14
d. La fermentation anaérobie du marc de café.....	15

## **Chapitre II : La Production du Bio hydrogène par la Fermentation Sombre**

### **des déchets alimentaires**

II.1 Introduction.....	17
II.2 La production d'hydrogène.....	17
II.3 Fermentation sombre .....	19
II.3.1 Définition.....	19
II.3.2 Principe.....	19
II.3.3 Les Étapes de Fermentation sombre.....	20
a. L'hydrolyse .....	20
b. L'acidogène et acétogène .....	20
II.3.4 Paramètres influençant la fermentation sombre.....	22
a) Source et sélection des microorganismes producteurs de biohydrogène.....	22
b) Les prétraitements .....	23
c) Les substrats organiques utilisés pour la production de biohydrogène .....	24
d) Composition du milieu de culture.....	24
e) La température.....	24
f) Le pH.....	25
g) Inhibitions.....	26
II.4 Synthèse des résultats de différents types de prétraitement des déchets alimentaires pour la production de H <sub>2</sub> par fermentation sombre .....	26

## **Chapitre III : Matériels et méthodes**

III.1 Introduction .....	29
III. 2 Description des échantillons .....	30
III.2.1 Inoculum .....	30
III.2.2 Substrats.....	30
II.2.2.1 le marc de café .....	31
III.2.2.2 les déchets alimentaires (épluchures de fruits et légumes) .....	22
III.3 Prétraitements des substarts .....	22
III.3.1 Le prétraitement des déchets alimentaires.....	22
III.3.1.1 Traitement thermique .....	22
III.3.1.2 Traitement Alcalin.....	33
III.3.2 Le prétraitement du Marc de café.....	34

III.4 Détermination des caractéristiques des substrats et l'inoculum .....	36
III.4.1 pH .....	36
III.4.2 Solides totaux (TS) et Solides volatiles totaux (TVS) .....	36
III.4.3 Dosage de la demande chimique en oxygène soluble (DCO s) .....	37
III.4.4 Dosage de titre alcalimétrique complet (TAC) et les acides gras volatiles (AGV) .....	39
III.4.5 Dosage de l'azote ammoniacal .....	41
III.4.6 Dosage des ortho-phosphates et phosphore totale.....	42
III.4.7 mesure de l'humidité .....	44
III.4.7 Tests de potentiel biochimique d'hydrogène (BHP) .....	44
III.4.7.1 Description des batch tests et dispositif utilisé .....	44
III.4.7.2 Conception expérimentale des tests de potentiel biochimique d'hydrogène (BHP) .....	45
a) Acclimatation de l'inoculum.....	45
b) Préparation des substrats.....	45
III.4.7.3 BHP test .....	45
III.4.7.4 Description du dispositif de mesure du Biohydrogène .....	47

### **Chapitre IV : Résultats et discussions**

I. Introduction .....	29
IV. 1 Caractérisations initiales des substrats et inoculum .....	29
IV.2 L'étude de l'effet des rapports FW/CG sur la production du Biohydrogène en mode thermophile 55°C.....	51
IV.3 Caractérisations finales après la fermentation sombre (non-prétraité) mode thermophile 55°C.....	53
IV.4 L'étude de l'effet des rapports FW/CG sur la production du Biohydrogène en mode mésophile (37°C) .....	57
IV.5 Caractérisations finales après la fermentation sombre (non-prétraité) mode mésophile 37°C.....	58
IV.6. L'effet du prétraitement thermique des épluchures des fruits et légumes (Food waste) .....	61
IV.7. L'effet du traitement alcalin sur les FW.....	63
IV.8. l'effet du traitement hydro-thermique sur la solubilisation du marc de café.....	65
IV.9. L'effet des prétraitements des FW et le CG sur la production du Biohydrogène .....	67
IV.10. Caractérisation finales des batch prétraités .....	68
<b>Conclusion Générale</b> .....	72

<b>Références</b> .....	74
<b>Résumé</b>	

## Résumé

La fermentation sombre de la biomasse organique, des résidus agricoles, des déchets agro-industriels et des déchets municipaux organiques est une technologie prometteuse pour produire du biohydrogène renouvelable.

Dans ce travail, la Co-digestion des déchets de fruits et légumes (FW) et du marc de café (CG) a été étudiée dans un test BHP à deux modes (thermophile et mésophile) pour évaluer les performances de la fermentation sombre. Un rapport de mélange de 80 % FW et 20 % CG a montré une augmentation de 15,77 % du rendement de production en biohydrogène en mode thermophile et de 19 % en mode mésophile.

L'application du prétraitement hybride (thermo-alkalin) du FW et du prétraitement hydrothermique du CG a augmenté la solubilisation de la DCOs de 315 % et, par conséquent, amélioré le rendement de production en biohydrogène de 17,5 %.

## Abstract

Dark fermentation of organic biomass, agricultural residues, agro-industrial wastes and organic municipal waste is a promising technology for producing renewable biohydrogen.

In this work the Co-digestion of fruit and vegetable waste (FW) and coffee grounds (CG) was studied in a two mode (thermophilic and mesophilic) in batch BHP test to evaluate the dark fermentation performance. A mixing ratio of 80 % FW and 20 % CG showed a 15.77% increase in overall biohydrogen yield in the thermophilic mode and a 19 % in mesophilic mode.

The Application of hybrid (thermal-alkaline) pretreatment of the FW and hydrothermal pretreatment of the CG increased the COD solubilization by 315 % and consequently enhanced overall biohydrogen yield by 17.5%.