

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

**Etude Technico-économique Comparative de Procédés
de Valorisation des Huiles Usagées**

Dirigé par:

Dr. OUTILI Nawel

Présenté par :

BENAISSA Karima

BENKOUT Meriem Batoul

Année Universitaire 2019/2020

Session : (Septembre)

Sommaire

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations et nomenclatures

Introduction générale..... 1

Chapitre 1 : La valorisation des huiles de friture

1.1. Introduction.....	3
1.2. Définition des huiles végétales alimentaires.....	3
1.2.1. Composition des huiles végétales.....	4
1.2.2. Processus de la production d'une huile végétale (Huile de soja).....	4
1.3. Les huiles usagées.....	6
1.4. Définition des huiles alimentaires usagées.....	6
1.5. Effet de la cuisson sur les huiles de friture.....	6
1.6. Impacts des huiles de friture.....	8
1.7. Définition de la valorisation.....	9
1.8. Valorisation des huiles de friture.....	9
1.8.1. Valorisation des HF en biodiesel.....	9
1.8.2. Valorisation des HF en savon (saponification).....	11
1.8.3. Valorisation des HF en biolubrifiant.....	12
1.8.4. Valorisation des HF en graisse.....	13
1.8.5. Valorisation des huiles de friture en polyuréthane.....	13
1.8.6. Production d'électricité par l'HF.....	14
1.9. Avantages de la valorisation des HF.....	15
1.10. Conclusion.....	16

Chapitre 2 : Généralités sur les lubrifiants et graisses

2.1. Introduction.....	17
2.2. Les lubrifiants.....	17
2.3. Les bases lubrifiantes.....	18
2.3.1. Lubrifiants d'origine minérale.....	18
2.3.2. Lubrifiants d'origine synthétique.....	18
2.3.3. Lubrifiants d'origine végétale.....	19

2.4. Production de biolubrifiant.....	20
2.5. Les caractéristiques de biolubrifiant.....	21
2.5.1. Caractéristiques rhéologiques.....	21
2.5.2. Propriétés massiques.....	23
2.5.3. Caractéristiques chimiques et analyses.....	23
2.5.4. Propriétés d'écoulement à froid.....	24
2.5.5. Propriétés à haute température.....	24
2.5.6. Autres propriétés.....	24
2.6. Classification des huiles lubrifiantes.....	24
2.6.1. Classification selon la viscosité.....	25
2.6.2. Classification selon le niveau de performance.....	26
2.6.3. Classification des lubrifiants par application.....	27
2.7. Les additifs.....	27
2.8. Les graisses.....	28
2.8.1. Composition d'une graisse.....	29
2.8.2. Type de graisse.....	29
2.8.3. Propriété des graisses.....	30
2.8.4. Classification des graisses.....	31
2.9. Synthèse bibliographique.....	31
2.9.1. Les biolubrifiants.....	31
2.9.2. Les graisses.....	33
2.10. Etude de marché sur les lubrifiants en Algérie.....	34
2.10.1. Segmentation du marché des lubrifiants en Algérie.....	34
2.10.2. Marché concurrentiel.....	36
2.10.3. Perspectives d'avenir du marché des lubrifiants en Algérie.....	36
2.11. Conclusion.....	36

Chapitre 3 : Méthodologie

3.1. Introduction.....	38
3.2. Caractérisation de l'huile usagée.....	38
3.2.1. La densité.....	38
3.2.2. Humidité.....	39
3.2.3. Le pH.....	40
3.2.4. La viscosité.....	40

3.2.5. L'indice d'acidité.....	41
3.2.6. Indice de saponification.....	42
3.2.7. L'indice de réfraction.....	43
3.3. Prétraitement de l'huile de friture.....	43
3.4. La procédure de valorisation d'HF en biodiesel.....	43
3.5. La valorisation d'HF en biolubrifiant.....	45
3.6. La valorisation d'HF en graisse.....	47
3.7. Caractérisation des produits obtenus.....	48
3.8. Modélisation des procédés en utilisant le Superpro designer.....	48
3.8.1. Le montage des flowsheets par le Super-Pro.....	49
3.8.2. Etude technico-économique des différents procédés par Super-Pro.....	54
3.9. Application des principes de chimie verte.....	56
3.10. Etude comparative par des bilans et radars.....	56
3.10.1. Les bilans calculés.....	56
3.10.2. Radars de chimie verte.....	57
3.11. Business model canvas BMC.....	58
3.12. Conclusion.....	60

Chapitre 4 : Résultats et Discussions

4.1. Introduction.....	61
4.2. Caractérisation de l'huile de friture.....	61
4.2.1. Densité	61
4.2.2. Humidité	62
4.2.3. pH.....	62
4.2.4. La viscosité.....	63
4.2.5. Indice d'acidité.....	63
4.2.6. Indice de saponification.....	63
4.2.7. Indice de réfraction.....	64
4.3. Prétraitement de l'huile de friture.....	64
4.4. Synthèse et caractérisation de biodiesel obtenu par transésterification.....	65
4.5. Synthèse et caractérisation d'une huile de base pour biolubrifiant.....	67
4.5.1. Aspect et couleur.....	68
4.5.2. La densité.....	68
4.5.3. La viscosité.....	69

4.6. Synthèse d'une base de graisse.....	70
4.7. Résultats de l'étude technico-économique des différents procédés par Super-Pro...	72
4.7.1. Modélisation du procédé de production du biodiesel.....	72
4.7.2. Modélisation du procédé de production du biolubrifiant	75
4.7.3. Modélisation du procédé de production de la graisse.....	81
4.7.4. Modélisation du procédé de production du savon.....	84
4.7.5. Comparaison des procédés étudiés sur la base de l'étude économique....	86
4.8. Comparaison par des bilans et radars de chimie verte.....	89
4.8.1. Bilan de la synthèse de biodiesel.....	89
4.8.2. Bilan de la synthèse de biolubrifiant.....	90
4.8.3. Bilan de la synthèse de graisse.....	91
4.8.4. Bilan de la synthèse de savon.....	92
4.8.5. Comparaison écologique et économique entre les quatre procédés.....	93
4.9. Etude de marché.....	94
4.10. Business model canvas BMC pour le projet choisi.....	94
4.11. Conclusion.....	96
Conclusion générale	97
Références bibliographiques	
Annexe	

Résumé :

L'huile de friture contient des substances importantes : les triglycérides, qu'il est possible de valoriser par des méthodes chimiques tout en respectant le concept de la chimie verte et empêcher toutes nuisances à l'environnement. Cette valorisation se déroule par plusieurs procédés, parmi lesquelles on cite : la transestérification et la saponification.

Afin d'évaluer ces procédés et de comparer leurs faisabilité, efficacité, caractère « vert » et rentabilité, nous avons effectué une succession d'expériences et d'analyses physicochimiques au sein du laboratoire de la faculté de génie des procédés. Après l'étude qu'on a réalisée et selon les résultats d'analyses obtenus, nous avons constaté que l'huile de friture constitue une bonne matière première pour l'obtention de produits à valeur ajoutée, parmi lesquels: biodiesel, biolubrifiant, graisse et savon. La valorisation de la biomasse 'huile de friture' avec ces procédés est une solution et moyen efficace de réduire le coût des matières premières et de respecter les principes de la chimie verte.

Pour mieux valoriser notre travail de projet de fin d'étude, nous avons construit des démarches pour la création d'entreprise de valorisation des huiles alimentaires usagées avec toutes les étapes et équipements nécessaires, une estimation du coût globale de la production de chaque procédé, une étude de marché et un Business model. Donc, après l'étape de production, une étude technico-économique a été réalisée pour les quatre synthèses, le protocole expérimental suivi avec toutes ses étapes est transformé en un ensemble d'opérations d'un procédé semi-industriel. Les flowsheets sont représentés en utilisant le logiciel Super-Pro Designer, des bilans de matière et d'énergie ainsi que des facteurs économiques et des paramètres de chimie verte ont été calculés pour montrer que ces procédés sont rentables à partir d'une certaine quantité de traitement et respectent les principes de chimie verte.

Mots clés : huiles de fritures, valorisation, transestérification, saponification, biodiesel, biolubrifiant, graisse, savon, entreprise, évaluation économique, business model ; étude de marché.