الجمهوريـــــة الجزائريـــــة الديمقراطيـــة الشعبيـــة

وزارة التعليـــم العالـــي و البحث العلمـــي

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

UNIVERSITE CONSTANTINE 3
Faculté génie des procédés
Département génie chimique

Mémoire pour l'obtention du diplôme de MASTER

En Génie Chimique

Conception D'un Procédé Vert Et Intensifié Pour La Valorisation Des Huiles De Friture

Candidats :

Larbaoui Mouad

Gherdi Raounek

Dirigé par :

Pr. N.OUTILI

Année universitaire :

2021/2022

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des illustrations I

Figures I

Tableaux II

Liste d'abréviations et Nomenclatures IV

Liste des abréviations IV

Liste des nomenclatures V

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE 1

Revue Bibliographique

1.1. Introduction 3

1.2. Les huiles de fritures 4

1.2.1. Différentes huiles alimentaires 4

1.2.2. Quantités produites 5

1.2.3. Différentes huiles commercialisées en Algérie et leurs compositions 6

1.2.4. Huile de soja 6

1.2.5. Impact de l'huile de friture sur l'environnement 7

1.3. Procédés de valorisation des huiles 8

1.3.1. Biodiesel 9

1.3.2. Savon (dur ou liquide) 9

1.3.3. Lubrifiant 9

1.3.4. Polyol et époxyde 9

1.3.5. Bio-polymère 9

1.3.6. Sulfonate d'ester méthylique d'acide gras anionique (MES) 9

1.3.7. Polyhydroxyalkanoates 9

1.3.8. Bioémulsifiants 10

1.4. Biodiesel et les procédés de sa production 10

1.4.1. Microémulsion 11
1.4.2. Pyrolyse 12
1.4.3. Dilution 12
1.4.4. Transestérification 12
1.5. Avantages et inconvénients des méthodes conventionnelles 13
1.6. Procédés intensifiés de production du biodiesel 14
1.6.1 Transestérification en microréacteur 14
1.6.2 Intensification par réacteur membranaire 15
1.6.3 Utilisation d'un fluide supercritique 16
1.7. Intensification par Co-solvant 16
1.7.1 Définition d'un Co-solvant 17
1.7.2 Co-solvants utilisés en biodiesel et leurs propriétés 17
1.7.3 Avantages 19
1.8. Synthèse de quelques travaux sur l'utilisation des Co-solvants en biodiesel 20
1.9. Conclusion 21

CHAPITRE 2

Matériels et Méthodes

2.1. Introduction 22
2.2. Caractérisation de l'huile et du biodiesel 22
2.2.1. Densité 23
2.2.2. Indice d'acidité 23
2.2.3. Indice de saponification 24
2.2.4. Indice d'ester 25
2.2.5. Le pH 25
2.2.6. Indice de réfraction 26
2.2.7. Humidité 26
2.3. **Matériels et méthodes** 27
2.3.1. Matériels et produits utilisés 27
2.3.2. Méthodes 28
2.4. Plan d'expérience utilisé 31
2.4.1. Facteurs, intervalles de l'étude et plan d'expérience 31
2.4.2. Réponses du plan 33

2.5. Intensification par ultrasons 35
2.6. Caractérisation du biodiesel 36
2.6.1. Spectroscopie Infrarouge 36
2.6.2. Tests réalisés à Naftal 37
2.7. Conclusion 41

CHAPITRE 3

Résultats et Discussions

3.1. Introduction 42
3.2. Tableau chimie verte des Co-solvants déjà utilisés (danger, TOX, CMR, coût) 42
3.3. Caractérisation de l'huile de friture 43
3.4. Tests de solubilités des Co-solvants 44
3.5. Essais préliminaires 45
3.6. Optimisation par Plan central composite 46
3.6.1. Domaine d'étude 46
3.6.2. Les réponses du plan 47
3.6.3. Etude paramétrique 48
3.6.4. Les graphiques des contours 53
3.7. Etude d'optimisation 56
3.7.1. Optimisation à un seul objectif 56
3.7.2. Optimisation multi-objective 57
3.7.3. Bilan de chimie verte d'une réaction optimale 59
3.7.4. Propriétés du biodiesel obtenu 60
3.7.5. Résultat d'intensification par ultrasons : 61
3.7.6. Analyse du biodiesel par Infrarouge 61
3.8. Conclusion 63

Conclusion générale 64

References

Annexe

الملخص

وقود الديزل الحيوي هو وقود متجدد وقابل للتحلل ، وهو بديل مناسب للديزل الأحفوري الذي يمكن أن يقلل المخاوف البيئية والاقتصادية. لكن عمليات إنتاجه كثيفة الاستهلاك للطاقة، وقد تم إجراء العديد من الأبحاث لتحسين هذه العمليات. في هذه الدراسة ، تم إجراء عملية الأسترة التحويلية من زيت القلي المستعمل الذي تم استعادته من مطاعم المدينة الجامعية في وجود مذيب مشترك جديد "أسيتون" لجعل خليط التفاعل أحادي الطور بأقل حرارة (في درجة حرارة الغرفة) و أقل اثارة ميكانيكية. تم تحسين معلمات العملية باستخدام التصميم المركزي المركب (CC) في منهجية سطح الاستجابة (SR) ؛ المردود الأمثل ، التحويل الأمثل ، التوازن الكيميائي الأمثل للكتلة الخضراء وتوازن الكيمياء الخضراء الآمن. تمت دراسة أربعة عوامل وهي الوقت ، كمية المحفز ، النسبة المئوية الكتلية للمذيب المشترك ، والنسبة المولية. بناءً على النتائج ، لوحظ الحد الأقصى لإنتاج وقود الديزل الحيوي 99.17٪ مع النسبة المولية ميثانول/زيت 4:1 ، كمية المحفز 1٪ ، كمية المذيب 20٪ من كتلة الزيت ، في وقت قدره 22 دقيقة عند درجة حرارة ثابتة للتفاعل 30 درجة مئوية. أشارت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للإستر المنتج إلى أن تكثيف المذيب المشترك فعال في إنتاج وقود الديزل الحيوي وفقًا لمعيار الوقود (ASTM D6751) .

الكلمات المفتاحية:

وقود الديزل الحيوي ، المذيبات المشتركة ، الأسيتون ، الأسترة التحويلية ، زيت القلي ، زيت فول الصويا ، الكيمياء الخضراء ، طريقة خطة CC ، التكثيف.