



N° d'ordre :
Série :

Mémoire
Pour l'obtention de diplôme de Master
Filière : Gestion des Techniques Urbaines
Spécialité : Gestion du changement environnemental en Méditerranée
Titre :

Extraction des lipides des microalgues dans les stations d'épuration en vue de la production de biodiesel

Présenté par :

Mlle. Ines TOUAMI

- **Dirigé par :** Pr. Hamza AMIRECHE, Université Constantine 3, Saleh BOUBNIDER.

Membres de jury :

- **Président :** Dr. Esma BAKIRI, Université frères Mentouri Constantine 1 (UFMC1).
- **Examinatrice :** Dr. Chourouk HAMLIA, Université frères Mentouri Constantine 1 (UFMC1).
- **Invité :** Yousra TOUAMI, Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie (ENSB), Université Constantine 3, Saleh BOUBNIDER.

Année universitaire : 2022/2023

Coordinators



mastermehmed@gmail.com
www.mastermehmed.com

PROJECT NUMBER: 666666-EPP-2-2019-3-ES-EPPKA5-IP1-SOC-IN

Partners



Table des matières

PREAMBULE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
Problématique.....	2
Objectifs.....	2
Hypothèse.....	2
Choix du sujet.....	2
Méthodologie.....	3
Schéma conceptuel.....	4
 Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	4
I. Etude des stations d'épuration des eaux usées	5
1. Les eaux usées	5
2. Les sources d'eaux usées.....	5
3. Composition des eaux usées.....	6
4. Types de pollution des eaux usées.....	6
5. Traitement des eaux usées : Les stations d'épuration	7
II. Utilisation des microalgues dans les stations d'épuration des eaux usées.....	9
1. Qu'est-ce que les microalgues ?	9
2. Croissance des microalgues.....	9
3. Composition et caractéristiques des microalgues.....	10
4. Pourquoi les microalgues ?.....	11
5. Avantages de l'utilisation des microalgues dans les stations d'épuration des eaux usées	13
5.1. Diminution des polluants et des pathogènes	13
5.1.1. Dépollution	14
5.1.2. Elimination des agents pathogènes.....	15
5.1.3. Elimination des Métaux lourds.....	15

5.2. Assimilation des éléments nutritifs sous forme de biomasse	16
5.2.1. Assimilation de l'azote	17
5.2.2. Assimilation du phosphore	17
5.3. Economie d'énergie grâce aux microalgues dans les STEP	18
5.4. Réduction des émissions du CO ₂ grâce aux microalgues dans les STEP.....	19
6. Collecte de la biomasse algale et sa valorisation.....	20
6.1. Collecte de la biomasse algale.....	20
6.2. Valorisation de la biomasse algale	23
III. Production de biodiesel à partir des microalgues des stations d'épuration	24
1. Processus de production de biodiesel à partir de microalgues	26
1.1. Matière première : extraction des lipides de microalgues.....	27
1.2. Prétraitement de la matière première.....	28
1.3. Transestérification	29
1.3.1. Définition.....	29
1.3.2. Procédé industriel conventionnels de transestérification.....	29
1.3.3. Valorisation des sous-produits de la réaction de transestérification	30
2. Stratégies de réduction de coût de production de biodiesel à partir de microalgues	31
 Chapitre II : Matériel et méthodes.....	32
1. Prélèvement des microalgues : STEP Ibn ZIAD.....	34
1.1. Présentation de la STEP	34
1.2. Données générales sur la STEP.....	35
1.3. État de fonctionnement normal de la station	36
1.4. Prélèvement des microalgues	38
2. Isolement et identification de microalgues	39
3. Culture de microalgue	40
4. Préparation des échantillons de microalgue	41
5. Extraction des lipides	42
6. Plan d'expérimentation.....	43
7. Analyse Statistique	45
8. Modélisation du réseau de neurones artificiel ANN	45
9. Comparaison entre le modèle RSM et ANN-GA.....	48
 Chapitre III : Résultats et discussion.....	49

1. Optimisation du procédé d'extraction des lipides par RSM.....	49
1.1. Développement du modèle	49
1.2. Modélisation et analyse des surfaces de réponse	50
1.3. Résultat d'optimisation du plan RSM	54
2. Modélisation du réseau de neurones artificiel ANN.....	54
3. Optimisation grâce à l'algorithme génétique	58
4. Comparaison entre l'optimisation par RSM et par ANN-GA	59
 Conclusion générale.....	 64

Bibliographie

Annexes

Résumé

ملخص

Abstract

Résumé

Les microalgues sont une source prometteuse de lipides pour la production de biodiesel, offrant des avantages durables et environnementaux. Les stations d'épuration offrent une opportunité inexploitée de biomasse microalgale riche en lipides, ce qui permet d'utiliser efficacement les ressources et de remédier à l'environnement. Le mémoire se concentre sur l'extraction des lipides, visant à améliorer l'efficacité et le rendement. Différentes techniques d'extraction et d'optimisation sont explorées, utilisant la méthodologie de réponse des surfaces et les réseaux de neurones artificiels. Les résultats montrent que les deux modèles prédisent les rendements des lipides avec une corrélation élevée, mais l'ANN offre une meilleure précision, permettant ainsi d'augmenter le rendement de la production de biodiesel. La méthodologie abordée permet de faciliter la planification et l'optimisation des procédés d'extraction. Cette approche contribue ainsi à une utilisation plus efficace des ressources et à une réduction de l'impact environnemental associé à l'activité de production de biodiesel.

Mots clés : Lipides, microalgues, biodiesel, méthodologie de réponse des surfaces RSM, réseaux de neurones artificiels ANN.

Abstract

Microalgae represent a promising source of lipids for biodiesel production, offering sustainable and environmentally friendly advantages. Wastewater treatment plants present an untapped opportunity for lipid-rich microalgal biomass, enabling efficient resource utilization and environmental remediation. This thesis focuses on lipid extraction, aiming to enhance efficiency and yield. Various extraction and optimization techniques are explored, employing response surface methodology (RSM) and artificial neural networks (ANN). The results demonstrate that both models accurately predict lipid yields with a high correlation, but ANN provides better precision, thus increasing biodiesel production yield. The addressed methodology facilitates process planning and optimization of extraction procedures. This approach contributes to more efficient resource utilization and reduction of the environmental impact associated with biodiesel production.

Keywords: Lipids, microalgae, biodiesel, response surface methodology (RSM), artificial neural networks (ANN).

ملخص

الطحالب الدقيقة تُعدّ مصدرًا واعدًا للدهون المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي، مما يوفر فوائد مستدامة وبيئية. تُمثّل محطات معالجة المياه فرصةً غير مُستغلّة للحصول على كتلة طحالب دقيقة غنية بالدهون، مما يسمح باستخدام الموارد بكفاءة ومعالجة التأثير البيئي. يركز هذا المذكرة على استخراج الدهون، بهدف تحسين الكفاءة والعائد. يتم استكشاف تقنيات استخراج وتحسين مختلفة، باستخدام منهجية سطح الاستجابة والشبكات العصبية الاصطناعية. تشير النتائج إلى أن كلا النموذجين يتنبأان بعائد الدهون بارتباط عالٍ، ولكن الشبكة العصبية الاصطناعية تُوفّر دقةً أفضل، مما يُمكن زيادة عائد إنتاج الوقود الحيوي. تُمكن المنهجية المناقشة من تسهيل التخطيط وتحسين عمليات الاستخراج. تُسهم هذه النهج في استخدام الموارد بكفاءة أعلى وتقليل الأثر البيئي المرتبط بإنتاج الوقود الحيوي.

الكلمات المفتاحية: الدهون، الطحالب الدقيقة، الوقود الحيوي، منهجية سطح الاستجابة، الشبكات العصبية الاصطناعية