

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

VALORISATION DES ACIDES GRAS ESSENTIELS DE
TYPE OMEGA A PARTIR DES MICRO ALGUES
CULTIVÉES SUR LA BASE DES REJETS
AGROALIMENTAIRES

Présenté par :

- DRAOUI Ibrahim
- BELKHAOUNI Hadjer
- CHANDARLI BRAHAM Chouaib

Dirigé par :

Dr ZAMOUCHE-ZERDAZI
Rania

Cheffe d'équipe laboratoire
d'excellence LIPE

Année universitaire : 2024-2025
Session : Juin

Table des matières

Introduction Générale -----	17
Chapitre I. Recherche bibliographique -----	20
I.1 Introduction-----	20
I.2 Le rôle des acides gras oméga dans la santé humaine (importance, bienfaits et applications) -----	20
I.2.1 Généralité-----	20
I.2.2 Importance des acides gras oméga pour la santé humaine -----	21
I.2.2.1 Rôle dans le fonctionnement cellulaire -----	21
I.2.2.2 Importance par rapport au fonctionnement du cœur -----	21
I.2.2.3 Importance par rapport au fonctionnement du cerveau -----	22
I.2.2.4 Effet sur les maladies inflammatoires et immunité-----	22
I.2.2.5 Effet sur les maladies cardiovasculaires -----	23
I.2.2.6 Soutien à la santé mentale et cognitive -----	23
I.2.2.7 Effet sur le cancer -----	24
I.3 Sources de production des acides gras essentiels oméga : origines naturelles et industrielles -----	25
I.3.1 Introduction aux acides gras essentiels oméga-----	25
I.3.2 Les sources végétales d'acides gras oméga-3 -----	25
I.3.3 La production industrielle des omégas à partir des différentes sources -----	26
I.4 Production des acides gras essentiels oméga à partir des microalgues et macroalgues ----	27
I.4.1 Information générale sur les algues-----	27
I.4.1.1 Définition-----	27
I.4.1.2 Morphologie ugues -----	27
I.4.1.3 Les Microalgues-----	27
I.4.2 Types de microalgues utilisées pour la production des acides gras essentiels oméga ----	28
I.4.2.1 Les microalgues marines : Source alternative EPA et DHA -----	28

I.5 Production des acides gras essentiels oméga à partir de microalgues cultivées sur eaux usées	30
I.5.1 L'épuration des eaux usées et les microalgues	30
I.5.2 La culture des microalgues en eaux usées	32
I.6 Avantages de l'utilisation des microalgues dans le traitement des eaux usées	34
I.7 Choix des souches de microalgues pour le traitement des eaux usées	34
I.7.1 Endurance et résistance	34
I.7.2 Taux de croissance et de productivité	35
I.7.3 Propriétés biologiques et chimiques	35
I.8 Les procédés d'extraction des lipides de la culture des algues	35
I.8.1 L'extraction par solvant organique	35
I.8.1.1 Sélection de solvants organiques	36
I.8.2 Les agro solvants	36
I.8.3 Les Techniques de déstructuration des cellules	37
I.8.3.1 Les micro-ondes	37
I.8.3.2 Les ultrasons	37
I.8.3.3 Les enzymes	38
Chapitre II. Les acides gras oméga face aux besoins du citoyen algérien (étude statistique)	40
II.1 Introduction	40
II.2 Analyse statistique relative aux consommateurs	41
II.2.1 Statistique de répartition du segment d'étude des consommateurs	41
II.2.2 Activité physique et fréquence moyenne	43
II.2.3 Connaissances sur les omégas 3/6/9	44
II.2.4 Sources d'information concernant les omégas	46
II.2.5 Perceptions des oméga 3/6/9	47
II.2.6 Supplémentation :	49

II.2.6.1 Taux de supplémentation-----	49
II.2.6.2 Durée et fréquence moyenne de supplémentation-----	50
II.2.6.3 Motif et période de consommation de compléments omégas-----	51
II.2.6.4 Répartition des marques des compléments de type Oméga utilisés -----	54
II.2.7 Accessibilité et coût : -----	57
II.2.7.1 Prix prêt à payer -----	58
II.2.7.2 Intérêt pour la sensibilisation-----	60
II.2.8 Conclusion partie 01 -----	62
II.3 Analyse statistique relative aux pharmacies -----	62
II.3.1 Disponibilité et type de produits -----	62
II.3.2 Origine des produits d'oméga commercialisés-----	63
II.3.3 Fréquence des marques les plus demandées-----	64
II.3.4 Demande et profil des clients-----	65
II.3.5 Évolution de la demande -----	66
II.3.6 Leviers proposés pour améliorer la demande -----	67
II.3.7 Avis des pharmaciens -----	68
II.3.8 Principaux bienfait perçus-----	68
II.3.9 Intérêt pour la production locale -----	71
II.3.10 Conclusion partie 02-----	71
Chapitre III. Substrat de culture des microalgues : -----	74
III.1 Introduction-----	74
III.2 Statistiques des abattoirs : -----	75
III.2.1 Présentation des données sur les abattoirs : -----	75
III.2.2 Localisation géographique des abattoirs et impact environnemental -----	77
III.2.3 Méthodologie du prélèvement : -----	78
III.2.3.1 Préparation, collecte, Conditionnement des échantillons :-----	78

III.2.3.1.1 Préparation.....	78
III.2.3.1.2 La collecte des échantillons de sang	78
III.2.3.1.3 Conditionnement des échantillons	79
III.2.3.2 Conservation et transport	80
III.3 La caractérisation du substrat de culture	81
III.3.1 Les dilutions effectuées	82
III.3.2 Les résultats de caractérisation	83
III.4 Le prétraitement effectué sur le substrat	87
III.4.1 Préparation de l'échantillon aux prétraitements :	87
III.4.2 Caractérisation des échantillons prétraités	88
III.5 Conclusion	89
Chapitre IV. Processus de culture et de production des microalgues	91
IV.1 Introduction :	91
IV.2 Croissance des microalgues :	91
IV.3 Effet de différents paramètres sur la croissance des microalgues	92
IV.3.1 Lumière	92
IV.3.2 Température	92
IV.3.3 Substrat	93
IV.3.4 Salinité :	93
IV.3.5 L'agitation	93
IV.4 Préparation et stérilisation des contenants d'incubation	93
IV.4.1 Préparation du matériel :	94
IV.4.2 Stérilisation à la vapeur à 120 °C :	94
IV.4.2.1 Séchage et Désinfection initiale à l'éthanol :	94
IV.4.2.2 Désinfection de la paillasse et du matériel de travail :	94
IV.4.2.3 Mise en place d'un environnement stérile avec des bougies :	95

IV.5 Espèce algale sélectionnée -----	95
IV.6 Incubation des réacteurs -----	96
IV.6.1 Première incubation : -----	97
IV.6.1.1 Matériel et condition d'incubation : -----	97
IV.6.1.2 Préparation des solutions sanguines diluées : -----	97
IV.6.1.3 Préparation des mélanges sang/BG11 : -----	98
IV.6.1.4 Préparation de la dilution de Chlorella : -----	99
IV.6.1.5 Incubation des réacteurs -----	99
IV.6.1.6 Les paramètres mesurés pendant l'incubation -----	100
IV.6.2 Deuxième incubation -----	109
IV.6.2.1 Interprétation des résultats -----	113
IV.6.3 Conclusion -----	122
Chapitre V. Extraction et formulation des acides gras oméga -----	124
V.1 Introduction : -----	124
V.2 Extraction des lipides des microalgues : -----	124
V.2.1 Induction des lipides : -----	124
V.2.2 Protocol d'extraction : -----	125
V.3 Formulation des différents produits à base d'oméga -----	128
V.3.1 La biomasse algale -----	129
V.3.2 Les milieux de culture -----	130
V.3.3 Soda énergétique à base d'oméga à partir des microalgues -----	130
V.3.4 Jus naturel à base d'oméga pour enfant -----	133
V.3.5 Les friandises gélifiées aux oméga-3 « Chlorella Candy » -----	134
V.4 Conclusion -----	135
Conclusion Générale -----	136

Résumé :

Ce projet englobe une double approche, à la fois sociologique et expérimentale, visant à évaluer la connaissance des acides gras oméga au sein de la population algérienne (étudiants et pharmaciens) et à développer une méthode durable de production d'oméga à partir de microalgues. Les acides gras oméga, notamment les oméga-3 et oméga-6, jouent un rôle crucial dans la santé humaine, en intervenant dans la prévention des maladies cardiovasculaires, inflammatoires et neurodégénératives, et sont largement utilisés en nutrition, en pharmacie et en cosmétique. Leur production repose traditionnellement sur des sources marines ou végétales, mais les microalgues, en particulier certaines espèces comme *Chlorella*, représentent une alternative prometteuse grâce à leur richesse en lipides essentiels. Ce projet explore la culture de ces microalgues sur des milieux alternatifs comme les eaux usées issues d'abattoirs (sang), riches en nutriments, afin de réduire les coûts de production tout en valorisant un déchet organique abondant. La méthodologie comprend des analyses physico-chimiques des milieux, des protocoles de culture optimisés, ainsi que des techniques d'extraction, telles que la centrifugation et l'ultrasonication, pour extraire efficacement les lipides. L'ensemble du processus, depuis la collecte des eaux usées jusqu'à l'extraction des acides gras, illustre une stratégie innovante, écologique et économiquement viable pour produire localement des omégas à haute valeur ajoutée et formulés sous différents produits innovants : Soda énergétique, jus pour enfant, poudre nutritive, friandise gélifiée.

Mots clés : Acides gras, Oméga, Micro algues, Rejet d'abattoir, *Chlorella*

المخلص :

يجمع هذا المشروع بين مقارنة مزدوجة، اجتماعية وتجريبية، تهدف إلى تقييم مستوى معرفة الأحماض الدهنية أوميغا داخل المجتمع الجزائري (الطلاب والصيدلة)، وتطوير طريقة مستدامة لإنتاج الأوميغا انطلاقاً من الطحالب الدقيقة. تلعب الأحماض الدهنية أوميغا، وخاصة أوميغا-3 وأوميغا-6، دوراً حيوياً في الصحة البشرية، حيث تساهم في الوقاية من الأمراض القلبية الوعائية، الالتهابية والتنفسية العصبية، وتستخدم على نطاق واسع في مجالات التغذية، الصيدلة، والتجميل. ورغم أن إنتاجها التقليدي يعتمد على مصادر بحرية أو نباتية، إلا أن الطحالب الدقيقة، وخصوصاً بعض الأنواع مثلا كلوريللا تمثل بديلاً واعداً نظراً لغناها بالدهون الأساسية

يستكشف هذا المشروع إمكانية زراعة هذه الطحالب في أوساط بديلة مثل مياه الصرف الناتجة عن المذابح (الدم)، الغنية بالمواد المغذية، بهدف خفض تكاليف الإنتاج وتحويل نفايات عضوية وفيرة إلى موارد ذات قيمة. تشمل المنهجية تحاليل فيزيائية-كيميائية للوسط، وبروتوكولات زراعة محسنة، وتقنيات استخراج فعالة مثل الطرد المركزي والمعالجة بالأشعة فوق الصوتية لاستخلاص الدهون

يمثل هذا المسار، انطلاقاً من جمع مياه الصرف إلى استخلاص الأحماض الدهنية، استراتيجية مبتكرة، صديقة للبيئة وذات جدوى اقتصادية، لإنتاج محلي لأحماض أوميغا ذات قيمة مضافة عالية، يتم تحويلها إلى منتجات مبتكرة مختلفة مثل: مشروبات طاقة، عصير للأطفال، مسحوق غذائي، وحلويات هلامية

الكلمات المفتاحية: الأحماض الدهنية، أوميغا، الطحالب الدقيقة، نفايات المذابح، كلوريلا

Abstract

This project combines a dual approach, both sociological and experimental to assess the level of awareness about omega fatty acids among the Algerian population (students and pharmacists), and to develop a sustainable method for producing omegas from microalgae. Omega fatty acids, particularly omega-3 and omega-6, play a vital role in human health by helping to prevent cardiovascular, inflammatory, and neurodegenerative diseases. They are widely used in nutrition, pharmaceuticals, and cosmetics. Traditionally, omegas are derived from marine or plant-based sources; however, microalgae especially certain species like *Chlorella* offer a promising alternative due to their high content of essential lipids.

This project explores the cultivation of microalgae on alternative media, such as wastewater from slaughterhouses (blood), which are rich in nutrients. This approach aims to reduce production costs while valorizing an abundant organic waste. The methodology includes physicochemical analyses of the media, optimized cultivation protocols, and extraction techniques such as centrifugation and ultrasonication to efficiently recover lipids.

The entire process from wastewater collection to fatty acid extraction demonstrates an innovative, eco-friendly, and economically viable strategy for the local production of high-value omegas. These are formulated into various innovative products: energy soda, children's juice, nutritional powder, and gummy treats.

Keywords: Fatty acids, Omega, Microalgae, Slaughterhouse waste, Chlorella