



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **ASSOBHI Bouchra**
Soutiendra : le **Jeudi 10/10/2024 à 10H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« Etude du potentiel biotechnologique des microalgues d'eaux douces marocaines pour une valorisation énergétique »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable**
Spécialité : **Gestion et valorisation des bioressources**

Devant le jury composé comme suit :

| Nom et prénom | Etablissement | Grade | Qualité |
|---------------------------|---|-------|--------------------------|
| Pr ALAOUI MHAMDI Mohammed | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Président |
| Pr HAMMADA Soumaya | Faculté des Sciences et Techniques, Béni Mellal | PES | Rapporteur & Examinateur |
| Pr ALEM Chakib | Faculté des Sciences et Techniques, Errachidia | PES | Rapporteur & Examinateur |
| Pr GUERNAOUI Souad | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | MCH | Rapporteur & Examinateur |
| Pr LOUAHLIA Said | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Examinateur |
| Pr TRABELSI Lamia | Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Tunis | MCH | Examinateur |
| Pr HAMAMOUCHE Noureddine | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | MCH | Examinateur |
| Pr LATIQUE Salma | Faculté de Médecine, de Pharmacie et de Médecine Dentaire, Fès | MC | Invité |
| Pr BAHOU Jamila | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Directeur de thèse |



Résumé :

Par leur diversité physiologique et biochimique, les microalgues trouvent leur application dans de nombreux domaines industriels dont la bioénergie. Les biocarburants à base des microalgues constituent également une alternative durable aux énergies fossiles. Ceci peut se faire par l'isolement d'espèces accumulatrices de lipides/glucides et à croissance élevée et rapide. C'est dans cet objectif que s'oriente ce travail. A cet effet, plusieurs types de microalgues sont isolées dans différents biotopes du nord du Maroc en utilisant les méthodes d'isolement standards. Les résultats montrent une diversité importante des microalgues de ces biotopes avec un ensemble de 306 espèces rencontrées appartenant aux Cyanobactéries, aux Euglénophycées, aux Dinophycées, aux Chlorophycées, aux Trebouxiophycées, aux Zygomycées, aux Ulvophycées, aux Eustigmatophycées, aux Xanthophycées et aux Diatomophycées.

A partir de cette liste taxonomique, 56 espèces sont isolées et conservées dont 16 espèces ont fait l'objet d'une étude de leur cinétique de croissance et de leur composition biochimique (Protéines, glucides et lipides). La comparaison des données obtenues à celles de 5 espèces originaires d'eaux thermales tunisiennes et 12 espèces originaires du lixiviat de la décharge d'Etuefont en France a mis en évidence l'effet des facteurs environnementaux sur les caractéristiques des microalgues en culture et a montré que les algues survivant dans des conditions défavorables orientent leur métabolisme vers la production des molécules de réserve, en particulier des lipides.

La composition biochimique des microalgues, isolées des différents biotopes du nord du Maroc, indique une forte teneur en protéines de la majorité des espèces étudiées et permet de sélectionner certaines espèces à croissance rapide et forte comme *Nannochloris* sp., *Chlorococcum* sp. et *Synechocystis* sp. et d'autres à teneur élevée en lipides comme *Monoraphidium* sp. ou en glucides telles que *Chlamydomonas debaryana*.

Dans un deuxième volet, les conditions favorables de la croissance de ces cinq microalgues sont déterminées et l'effet du stress salin et nutritionnel sur leur production de la biomasse, des lipides et des glucides est également étudié. Les résultats obtenus montrent que le stress azoté, phosphoré ou salin augmente la production des lipides chez certaines espèces, en particulier *Monoraphidium* sp. et des glucides chez d'autres. Pourtant, la productivité de la biomasse et des lipides est fortement réduite dans la majorité des cas. De ce fait, une maximisation simultanée de la production de la biomasse et des lipides de *Monoraphidium* sp. est réalisée en optimisant la composition du milieu de culture par le biais de la méthode statistique surface de réponse. Une productivité lipidique maximale de plus de 24 mg.L⁻¹.j⁻¹ est obtenue, ce qui correspond à une amélioration de 40%. Cette espèce est donc prometteuse comme matière première du biodiesel.

Dans un dernier volet, un essai de culture de *Monoraphidium* sp. et de *Synechocystis* sp. dans les eaux usées et dans le lixiviat est réalisé dans le but de réduire les dépenses liées à l'apport des nutriments et d'eau dans les cultures des microalgues. Les résultats obtenus montrent un double bénéfice, d'une part une production suffisante de la biomasse et des lipides/glucides et d'autre part un taux élevé d'élimination des polluants. Les résultats obtenus sont prometteurs et montrent le potentiel de ces deux algues dans le traitement des effluents couplé à la production des biocarburants.

Mots clés :

Microalgues, Inventaire, Nord du Maroc, Biomasse, Composition biochimique, Valorisation, Surface de réponse, Bioremédiation, Lixiviat, Eaux usées.



STUDY OF THE BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF MOROCCAN FRESHWATER MICROALGAE FOR ENERGETIC VALORIZATION

Abstract:

Given their physiological and biochemical diversity, microalgae find applications in many industrial fields, including bioenergy. Microalgae-based biofuels are proving to be a sustainable alternative to fossil fuels. This can be achieved by isolating fast-growing, lipid/carbohydrate-accumulating species. The present work is geared towards this objective. To this end, several types of microalgae were isolated from different biotopes in northern Morocco using standard isolation methods. The results show a considerable diversity of microalgae from these biotopes, with a total of 306 species encountered belonging to the Cyanobacteria, Euglenophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Trebouxiophyceae, Zygothryxophyceae, Ulvophyceae, Eustigmatophyceae, Xanthophyceae and Diatomophyceae.

From this taxonomic list, 56 species were isolated and preserved, with a study of the growth kinetics and biochemical composition (proteins, carbohydrates and lipids) of 16 species. Comparison of the data obtained with those of 5 species originating from Tunisian thermal waters and 12 species originating from the Etueffont landfill leachate in France highlighted the effect of environmental factors on the characteristics of microalgae in culture, and showed that algae surviving in unfavorable conditions orient their metabolism towards the production of reserve molecules, in particular lipids.

The biochemical composition of microalgae, isolated from different biotopes in northern Morocco, indicates a high protein content in the majority of the studied species, allowing us to select certain fast-growing and strong species such as *Nannochloris* sp., *Chlorococcum* sp. and *Synechocystis* sp. and others with a high lipid content such as *Monoraphidium* sp. or carbohydrate content such as *Chlamydomonas debaryana*.

In the second part of this study, the favorable growth conditions for these five microalgae were determined, and the effect of salt and nutrient stress on their production of biomass, lipids and carbohydrates was investigated. Results show that nitrogen, phosphorus or salt stress increases lipid production in some species, particularly *Monoraphidium* sp., and carbohydrate production in others. However, biomass and lipid productivity are greatly reduced in most cases. As a result, simultaneous maximization of biomass and lipid production in *Monoraphidium* sp. is achieved by optimizing the composition of the culture medium using the statistical response surface method. Maximum lipid productivity of over 24 mg.L⁻¹.d⁻¹ was achieved, corresponding to a 40% improvement. This species is therefore a promising biodiesel feedstock.

In the final part, experiments involving the cultivation of *Monoraphidium* sp. and *Synechocystis* sp. in wastewater and leachate were carried out, with the aim of reducing the cost of nutrient and water supply for microalgae cultivation. The results obtained show a double benefit, on the one hand sufficient production of biomass and lipids/carbohydrates, and on the other hand a high rate of pollutant elimination. The results obtained are promising and demonstrate the potential of these two algae in effluent treatment coupled with biofuel production.

Key Words :

Microalgae, Inventory, Northern Morocco, Biomass, Biochemical composition, Valorization, Response surface, Bioremediation, Leachate, Wastewater.