



HAL
open science

Séparation de lipides et de protéines de microalgues par filtration tangentielle et dynamique : étude de l'impact des interactions entre les composés sur les performances du procédé

Estelle Couallier, Shuli Liu, Camille Rouquié, M. Frappart, Anthony Szymczyk, Murielle Rabiller-Baudry

► To cite this version:

Estelle Couallier, Shuli Liu, Camille Rouquié, M. Frappart, Anthony Szymczyk, et al.. Séparation de lipides et de protéines de microalgues par filtration tangentielle et dynamique : étude de l'impact des interactions entre les composés sur les performances du procédé. SFGP 2022, Nov 2022, Toulouse (FRANCE), France. hal-04033092

HAL Id: hal-04033092

<https://hal.science/hal-04033092>

Submitted on 16 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Séparation de lipides et de protéines de microalgues par filtration tangentielle et dynamique : étude de l'impact des interactions entre les composés sur les performances du procédé

Estelle COUALLIER¹, Shuli LIU^{1,2}, Camille ROUQUIE^{1,3,4}, Matthieu FRAPPART¹,
Anthony SZYMCZYK⁴, Murielle RABILLER-BAUDRY⁴

1 : CNRS, Nantes Université, Oniris, GEPEA, UMR 6144, F-44600 Saint-Nazaire, France

2 : Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Energie, F-49000 Angers, France

3 : INRAE, BIA, Rue de la Géraudière, F-44000 Nantes, France

4 : Univ Rennes, CNRS, ISCR– UMR 6226, F-35000 Rennes, France

Introduction

Nous serons 10 milliards d'habitants sur terre en 2050. Une transition vers un développement durable est indispensable, incluant l'alimentation, l'énergie (dont les biocarburants) et la chimie, le tout basé sur la valorisation de bioressources. Une utilisation rationnelle de ces bioressources est donc nécessaire, à travers le bioraffinage, pour combiner les différents besoins. Les microalgues sont une source de nombreux composés d'intérêt, présentant une forte productivité surfacique. Elles produisent des protéines riches en acides aminés essentiels, des polysaccharides (texturant et antibactériens), des lipides antioxydants, des pigments. De nombreux domaines d'application peuvent être envisagés, comme l'alimentation humaine, la cosmétique, mais aussi la chimie verte (biofertilisants, détergence, agents de formulation etc.). Pour valoriser l'ensemble des composés des microalgues, il faut lyser les cellules puis séparer les molécules libérées. Les composés hydrophiles (polysaccharides, protéines) peuvent ainsi migrer dans la phase aqueuse et être purifiés, notamment par filtration membranaire. Les composés hydrophobes (lipides, pigments) peuvent être concentrés puis récupérés par extraction au solvant. Jusqu'à ce jour, la plupart des études concernaient un type de composés, mais rarement plusieurs. Le fractionnement de protéines et de lipides à partir d'une souche de *Parachlorella kessleri*, cultivée sous stress pour favoriser la production de lipides, a été étudié récemment [Liu 2022]. Le couplage de la destruction cellulaire par broyage à billes et de la filtration membranaire a été approfondi. Le broyage à bille à pH7 pour lyser les cellules, suivi d'une centrifugation pour éliminer les débris cellulaires ont permis de récupérer 47% des protéines, 23% des lipides dans le surnageant. La filtration à l'aide d'une membrane de polyéthersulfone (PES) de seuil de coupure 0,1 µm a permis de concentrer les lipides dans le rétentat. Toutefois la séparation des lipides et des protéines est encore limitée : seules 8% des protéines totales ont été récupérées dans le perméat, malgré une optimisation des conditions opératoires. Le taux de rétention proche de 90% est comparable à ceux d'autres travaux réalisés avec des membranes à plus faible seuil de coupure, des conditions hydrodynamiques moins favorables, ou d'autres souches. Le principal verrou identifié pour séparer les lipides des protéines est leur organisation dans le surnageant après broyage et centrifugation. L'objectif des travaux présentés ici est donc d'étudier l'impact des interactions entre lipides et protéines sur les performances de la filtration membranaire.

Matériels et méthodes

Des mélanges modèles de complexité croissante, basés sur la composition d'extraits de microalgues, ont été conçus. Ils contiennent des protéines végétales et/ou des huiles aux propriétés proches de celles des composés identifiés à partir de la souche de *Parachlorella kessleri*. Les mélanges ont été

filtrés à l'aide d'une membrane en PES (0,1 µm), dans différentes conditions hydrodynamiques (cellule de filtration tangentielle plane ou cellule de filtration tangentielle dynamique avec intensification des taux de cisaillement). Les performances du procédé (productivité et sélectivité) ont été comparées. Le colmatage des membranes par les lipides a été quantifié sur la membrane par spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier en mode Réflexion Totale Atténuée (ATR-FTIR).

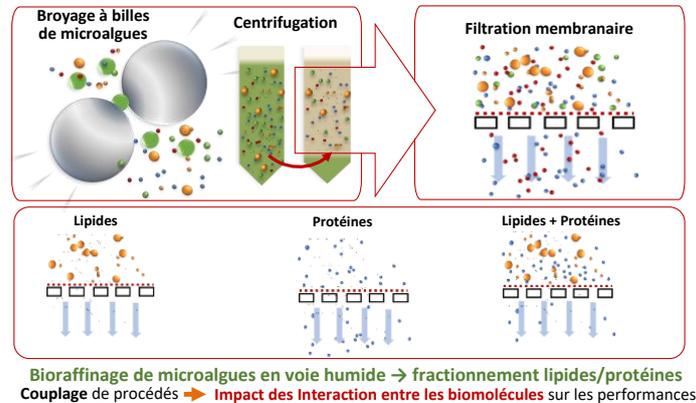


Figure 1 : le couplage de procédés pour le fractionnement de biomolécules issues des microalgues

Résultats

Des filtrations d'extraits de microalgues et de mélanges modèles contenant des lipides et des protéines dans des proportions similaires ont été réalisées dans les mêmes conditions et des performances comparables ont été obtenues validant le choix du milieu modèle. Une analyse granulométrique des suspensions contenant des lipides, des protéines et un mélange des deux a montré une forte interaction entre les deux familles de composés. Cette interaction a eu un impact important sur les performances de filtration tangentielle ou dynamique : les flux de perméat en présence du mélange étaient plus faibles, indiquant un colmatage plus important, et les taux de rétention par la membrane des protéines en présence de lipides plus importants que ceux des protéines seules. La quantité de lipides retenus sur la membrane dépend à la fois de la composition du mélange et des conditions hydrodynamiques. Elle est deux fois plus faible en filtration dynamique. La modification des conditions hydrodynamique favorise donc une très bonne productivité mais n'a pas permis d'améliorer la sélectivité.

Conclusion

La filtration membranaire est un procédé éprouvé pour le fractionnement des biomolécules issues de matières premières très variées. Mais les performances sont très liées à la qualité du produit traité, qui dépend directement des procédés amonts. Dans le cas des microalgues, les protéines très abondantes dans la matière première sont actuellement difficiles à séparer des lipides ou des sucres également valorisables. La question clé qu'il va falloir approfondir est la compréhension des interactions entre les biomolécules inhérentes à la biomasse ou générées lors des procédés de déconstruction/lyse, et comment les vaincre.

Références bibliographiques

Liu, S., Rouquié, C., Lavenant, L., Frappart, M., Couallier, E., Coupling bead-milling and microfiltration for the recovery of lipids and proteins from *Parachlorella kessleri*: Impact of the cell disruption conditions on the separation performances, *Separation and Purification Technology*, 2022, 287, 120570