

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : Génie des Procédés et Bioprocédés

Par

Alexia POIDEVIN

**Développement d'un procédé innovant
couplant extraction et séparation en phase aqueuse
pour une récupération efficace des biomolécules
issues de microalgues lysées et faciliter leur valorisation**

Thèse présentée et soutenue à Saint-Nazaire, le 18 Novembre 2025

Unité de recherche : UMR CNRS 6144 Laboratoire de recherche en génie des procédés
environnement agroalimentaire (GEPEA)

Rapporteurs avant soutenance :

Dominique TREBOUET
Loubna FIRDAOUS

Professeur des universités, Université de Strasbourg
Maitre de conférence des universités, Université de Lille

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8) (à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)
Dir. de thèse :	Estelle COUALLIER	Chercheur CNRS, GEPEA
Co-dir. de thèse :	Pascale GILLON	Chercheur CNRS, GEPEA
	Alain RIAUBLANC	Chargé de recherche, INRAE Nantes

Invité(s)

Prénom Nom Fonction et établissement d'exercice

Titre : Développement d'un procédé innovant couplant extraction et séparation en phase aqueuse pour une récupération efficace des biomolécules issues de microalgues lysées et faciliter leur valorisation

Mots clés : Filtration, Microalgue, Protéines, Réacteur à membrane enzymatique

Résumé : Les microalgues constituent une source prometteuse de nutriments et de substances chimiques, avec un rendement de production très élevé par rapport au maïs ou au colza. De plus, elles ne nécessitent ni terres arables ni eau douce. Plusieurs souches de microalgues sont déjà utilisées comme ingrédients cosmétiques ou sources alimentaires « généralement reconnues comme sûres » (GRAS) par la Food and Drug Administration (FDA) américaine. Dans l'Union européenne, certaines souches figurent sur la liste des aliments autorisés. Actuellement, l'obtention de biomolécules précieuses, telles que les protéines, à partir de microalgues est limitée. Pour exploiter pleinement le potentiel des microalgues, il est nécessaire de procéder à la désintégration cellulaire suivie d'une séparation efficace de leurs composants.

La plupart des biomolécules contenues dans les microalgues vertes ou les cellules désintégrées sont assemblées en structures ou agrégats complexes qui doivent être dissociés pour permettre la récupération des biomolécules sélectionnées et, plus encore, pour éviter l'encrassement de la membrane lors de la filtration. À cette fin, des enzymes digestives sont immobilisées sur des membranes polymères par greffage par faisceau d'électrons. Les membranes enzymatiques résultantes seront étudiées pour leur potentiel à briser les agglomérats lors de la filtration d'extraits d'algues afin de maximiser la récupération des protéines.

Title : Development of an innovative process coupling extraction and separation in aqueous phase for the recovery of biomolecules from lysed microalgae and facilitate their valorization

Keywords : Filtration, microalgae, proteins, enzymatic membrane reactor

Abstract : Microalgae are a promising source of nutrients and chemicals with a very high production yield compared to corn or rape. Moreover, they don't require arable lands or fresh water. Several microalgae strains are already used as cosmetic ingredients or food sources "generally recognized as safe" (GRAS) for the US Food and Drug Administration (FDA). In the European Union some strains are included in the list of authorized foods. Currently, obtaining valuable biomolecules such as proteins from microalgae is limited. To fully exploit the potential of microalgae, cell disruption followed by efficient separation of their ingredients is required. Most biomolecules

contained in green microalgae or disrupted cells are assembled into complex structures or aggregates which need to be dissociated to enable a recovery of selected biomolecules, and furthermore, to avoid membrane fouling in the filtration sequence. For this purpose, digestive enzymes are immobilized on polymer membranes by electron beam grafting. The resulting enzymatic membranes will be investigated for their potential to break up agglomerates during the filtration of algal extracts to maximize protein recovery.