

## Habilitation à Diriger des Recherches

Discipline : Sciences pour l'Ingénieur

Spécialité : Génie des Procédés

### Filtration membranaire de composés organiques en phase aqueuse

*Soutenue le 24 avril 2019 par :*

**Estelle COUALLIER**

CR CNRS, GEPEA

*Devant le jury composé de :*

<b>Pierre AIMAR</b>	:	DR CNRS, LGC	(Rapporteur)
<b>Eric FAVRE</b>	:	Pr. ENSIC-Université de Lorraine, LRGP	(Rapporteur)
<b>Bart VAN DER BRUGGEN</b>	:	Pr. KU Leuven, Dep. Chemical Engineering	(Rapporteur)
<b>Murielle RABILLER-BAUDRY</b>	:	Pr. Université de Rennes 1, ISCR	(Examinatrice)
<b>Isabelle CHEVALOT</b>	:	Pr. ENSAIA-Université de Lorraine, LRGP	(Examinatrice)
<b>Jack LEGRAND</b>	:	Pr. Université de Nantes, GEPEA	(Examinateur)
<b>Patrick BOURSEAU</b>	:	Pr. Université Bretagne Sud, GEPEA	(Examinateur)

## Résumé

Au cours de mes 18 années de recherche, j'ai consacré mes travaux à "*la filtration membranaire de composés organiques dispersés en phase aqueuse*". Après 4 ans passés en tant que jeune chercheuse à AgroParisTech Massy au sein de l'UMR GENIAL et 9 ans à CentraleSupélec au sein du laboratoire LGPM en tant qu'ATER puis maître de conférences, j'ai rejoint le CNRS et le GEPEA, où j'évolue comme chargée de recherche depuis 5 ans. J'ai étudié les procédés membranaires (l'osmose inverse, l'ultrafiltration, la microfiltration et plus rarement l'électrodialyse) pour la filtration de mélanges complexes contenant des petits composés organiques volatils, des tensioactifs, des protéines, des lipides ou des microorganismes. Au cours de ces différents travaux j'ai été confrontée au traitement de solutions complexes contenant un grand nombre de composés dispersés en phase aqueuse (effluents industriels, eaux grises, broyats de microalgues). J'ai mis en place une stratégie commune comprenant trois parties concernant le produit, le procédé et l'intégration des connaissances pour le développement de l'application industrielle.

Concernant *le produit*, les mélanges réels complexes ont été tout d'abord caractérisés finement afin d'identifier les composés cibles à extraire de la phase aqueuse et les conditions dans lesquelles ces composés se trouvaient. Des mélanges modèles représentatifs ont été définis pour palier certaines difficultés rencontrées avec les produits réels (quantités limitées, composition très variable, mauvaise conservation) ou pour maîtriser la complexité des interactions entre les composés.

Concernant *le procédé*, trois échelles d'analyse ont été étudiées. *A l'échelle macroscopique*, les performances de la filtration (rétention des composés cibles, perméabilité, nettoyabilité) ont été évaluées. Les procédés de filtration mettent en œuvre une interface liquide–solide qui joue un rôle crucial. Dans le cas de phases non miscibles, l'interface liquide–liquide peut également modifier les performances du procédé. C'est pourquoi une caractérisation des interfaces *à l'échelle microscopique* a été entreprise. J'ai également approfondi l'organisation des composés organiques en phase aqueuse et aux interfaces *à l'échelle nanoscopique* grâce à la modélisation moléculaire dite "gros grain".

*L'intégration* de toutes les connaissances acquises est un chemin de longue haleine. L'objectif est de faire le lien entre l'organisation des composés organiques et les performances de la filtration. Les premières pierres pour construire un modèle de connaissances sont posées pour certains systèmes.

J'ai pu mettre en place cette démarche grâce à de riches collaborations et avec l'aide entre autres de six doctorants et quatre post-doctorants. Sur la base de mon expérience, je suis convaincue de la nécessité de cette approche multiéchelle pour développer les procédés séparatifs dans les industries de demain. Aujourd'hui je souhaite appliquer cette démarche dans le contexte de deux grandes applications : le bioraffinage, en particulier le fractionnement de biomolécules issues de microalgues, et le traitement d'effluents industriels.