



Université Claude Bernard



# DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **26 mars 2018**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **AL HARATI Assma Ahmed**

Titre de la thèse : « Elimination du bore contenu dans l'eau de mer par un système hybride de sorption par résines échangeuses d'ions et de microfiltration ».



## Résumé

Le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse connaît un intérêt croissant depuis une vingtaine d'années afin de répondre aux besoins en eau potable et en eau d'irrigation dans de nombreuses régions dans le monde. Cependant, le bore contenu dans l'eau de mer est incomplètement éliminé par osmose inverse et des concentrations supérieures à la valeur limite de 0,3 mg/L, fixée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), sont obtenues. A une concentration plus élevée, le bore peut être dangereux pour les humains, les plantes et les animaux. Dans cette étude, nous présentons des résultats sur l'élimination du bore de l'eau de mer en utilisant une technique hybride de résine échangeuse d'ions/microfiltration sans addition continue de résine. Une membrane de microfiltration en céramique a été utilisée pour retenir la résine échangeuse d'ions dans le réservoir d'alimentation et la boucle de circulation tandis que la solution modèle de bore ou l'eau de mer était continuellement ajoutée. Tout d'abord, des résines fines de taille moyenne 40 - 60  $\mu\text{m}$  ont été obtenues par broyage et tamisage de résines commerciales (Amberlite IRA743, Diaion CRB05 et Purolite S108). Les résines ont ensuite été testées en système batch pour obtenir les cinétiques de sorption et par la technique hybride de sorption/microfiltration pour mesurer les courbes de perçage et le flux de perméat. L'effet de la dose de résine, de la concentration initiale en bore, de la pression transmembranaire et de la taille des pores de la membrane a été étudié. De plus, la résine échangeuse d'ions et la membrane de microfiltration ont été efficacement régénérées avec une solution de HCl (0,37%) suivi de NaOH (1%) et réutilisées. Dans une deuxième partie, l'effet de la taille des particules de résine sur les courbes de perçage en sortie d'une colonne a été déterminé et une comparaison entre les performances d'une colonne et d'un système hybride a été proposée. Pour la résine Amberlite IRA743, le procédé complet a été testé : osmose inverse suivie de sorption/microfiltration. Aux conditions expérimentales testées (3,33 g/L de résine, taille de pores de la membrane de microfiltration 0,1  $\mu\text{m}$ ), l'élimination du bore de l'eau de mer ou d'une solution modèle était presque complète ainsi que l'élimination des cellules bactériennes et phytoplanctoniques. Le procédé hybride permet de réduire la concentration de cellules bactériennes et phytoplanctoniques grâce au rejet stérique par la membrane de microfiltration, suggérant que la même membrane pourrait être utilisée comme prétraitement avant osmose inverse dans une usine de dessalement. Dans une dernière partie, les isothermes et cinétiques de sorption expérimentales sont comparées à des équations classiques, et les courbes de perçage en colonne et en système hybride sont modélisées. En conclusion, il est suggéré que le procédé hybride de résine échangeuse d'ions et microfiltration sans ajout continu de résines peut être une technique possible pour l'élimination du bore.