

Nom et Prénom : MOUACHA YOUSSEF

Date de soutenance : 15/01/2022

Directeur de Thèse : EL HEZZAT MOUNIR

Sujet de Thèse :

Développement d'une nouvelle génération des membranes, intégrant des canaux d'eau artificiels biomimétique, pour le dessalement des eaux : synthèse chimique, élaboration, caractérisation et application

Résumé :

Alors que des facteurs de stress tels que la croissance démographique, l'utilisation industrielle et le changement climatique continuent d'exacerber la demande en eau douce tout en épuisant nos ressources naturelles, le développement de technologies de dessalement efficaces et peu coûteuses est d'une importance capitale pour faire face de manière durable à la pénurie mondiale croissante d'eau. Dans cette optique, cette thèse s'intéresse au développement d'une nouvelle génération des membranes biomimétiques d'OI et NF qui intègrent des canaux artificiels d'eau (AWC) à base d'I-quartets pour le dessalement de l'eau. Pour cela, des couches actives bio-inspirées innovantes sont synthétisées via deux approches ; tape casting et la polymérisation interfaciale optimisée, conduisant à la formation de membranes biomimétiques robustes, présentant une microstructure et une morphologie similaires à celle du matériau composite sous forme de couche mince (TFC) traditionnel. Cependant, ces membranes présentent une rugosité et une nanostructure différentes du fait de l'existence d'assemblages cristallins de type éponge contenant des canaux d'eau artificiels (AWC) sélectifs du I-quartet. Dans la première partie de ce travail, les membranes développées à base des polymères ont exprimées des résultats de rétention importants, tout en montrant un transport facilité de l'eau à travers les pores membranaires. La 2ème partie, concerne des membranes à base d'AWC qui ont exprimées soit en NF ou OI, des résultats plus importants que les membranes commerciales actuelles. Dans la dernière partie de cette thèse, la diffusion membranaire est étudiée sur les membranes de NF, en utilisant différents sels sont testés. Le calcul des facteurs membranaires, a donné des rétentions et sélectivités différentes avec des taux très importants pour des membranes de NF. Nous estimons que leur application aux procédés industriels entraînerait une réduction remarquable de la consommation d'énergie pour le dessalement vu les flux de nos membranes à base des AWC.

Mots clés : Membranes biomimétiques ; canaux d'eau artificiels ; dessalement ; aquaporines ; osmose inverse ; purification de l'eau ; nanofiltration.

Absract :

As stressors like population growth, industrial usage, and climate change keep on exacerbating the freshwater demand while depleting our traditional resources, the development of efficacious and low-cost desalination technologies is of paramount importance to address the growing global water shortage in a sustainable way. Within this goal, this thesis presents the development of a new generation of biomimetic RO and NF membranes that incorporate artificial water channels (AWC) based on I-quartets. Here, innovative bio-inspired active layers are synthesized via two approaches; tape casting and optimized interfacial polymerization, leading to the formation of robust biomimetic membranes, exhibiting similar microstructure and morphology to that of traditional thin film composite (TFC) material. However, these membranes exhibit different roughness and nanostructure due to the existence of sponge-like crystalline assemblies containing artificial water channels (AWCs) selective for the I-quartet. In the first part of this work, the developed polymer-based membranes expressed significant retention results, while showing a facilitated water transport through the membrane pores. In the second part, AWC-based membranes expressed either NF or OI, with more significant results than the current commercial membranes. In the last part of this thesis, membrane diffusion is studied on NF membranes, of which different salts are tested. The calculation of the membrane factors, expressed different retentions and selectivity's with very important rates for a NF membrane. We are confident that their application to industrial processes would result in a remarkable reduction of energy consumption for desalination, given the fluxes of our AWC-based membranes.

Key words: biomimetic membranes; artificial water channels; reverse osmosis; desalination; thin-film composite.