

Unité de recherche d'accueil

Unité de Recherche : Institut des Sciences Chimiques de Rennes (ISCR) – UMR CNRS 6226

Equipe : Chimie et Ingénierie des Procédés (CIP)

Encadrement

Directeur de thèse : Prof. Anthony SZYMCZYK

Unité de recherche : ISCR – UMR CNRS 6226

E-mail : anthony.szyczyk@univ-rennes1.fr

Tél. : +33 (0)2 23 23 65 28

Sujet

Titre : Utilisation du phénomène de fuite électrocinétique comme outil de caractérisation avancée des matériaux membranaires

Mots clés : Membranes, polymères, caractérisation de surface, potentiel zêta, phénomènes électrocinétiques

Descriptif

Les procédés de séparation membranaire sont reconnus mondialement comme des alternatives incontournables aux techniques conventionnelles de séparation très énergivores telles que la distillation ou l'évaporation. Les séparations membranaires sont en effet capables de répondre à de nombreuses problématiques de nos sociétés modernes dans une logique d'intensification des procédés, c'est-à-dire en diminuant l'utilisation de matières premières, la consommation d'énergie, la taille des équipements et la génération des déchets.

Quelle que soit leur nature chimique (polymères ou céramiques), les membranes synthétiques utilisées dans les procédés de séparation en phase liquide possèdent une densité de charge superficielle résultant de l'ionisation de groupements fonctionnels de surface et/ou de phénomènes d'adsorption. Il est clairement établi que cette densité de charge de surface a un impact direct sur la capacité du matériau membranaire à retenir les espèces chargées en solution (ions, matière organique naturelle, etc.) ainsi que sur la propension du matériau au colmatage (accumulation de matière sur la surface et dans les pores du matériau conduisant à une diminution des volumes de liquide traités par unité de temps) ou encore sur sa résistance chimique vis-à-vis de certains oxydants (ex : ozone).

La densité de charge d'un matériau membranaire peut être estimée à partir de la mesure de grandeurs électrocinétiques telles que le potentiel d'écoulement ou le courant d'écoulement. Ces techniques permettent de déterminer, via un modèle d'interface solide / liquide approprié, le potentiel zêta du matériau, lequel est un marqueur de l'intensité des interactions électrostatiques entre la surface de la membrane et le milieu environnant. L'intérêt des techniques électrocinétiques a été démontré dans un grand nombre d'applications allant de la fonctionnalisation de surface des matériaux à l'étude de leur résistance chimique et de leur dégradation. Depuis la fin des années 2000, la technique de courant d'écoulement tangentiel a suscité de plus en plus d'intérêt pour la caractérisation des propriétés de surface des matériaux membranaires. Un phénomène parasite, appelé fuite électrocinétique, a cependant été mis en évidence dans le cas de matériaux macro / mésoporeux. Il correspond à un courant de fuite passant par la porosité du matériau et susceptible de fausser l'interprétation des mesures expérimentales. Des travaux récents ont conduit au développement de protocoles expérimentaux permettant de corriger les mesures électrocinétiques entachées de ce signal parasite voire de s'en affranchir directement.

Cette thèse vise à appréhender le phénomène de fuite électrocinétique sous un autre regard en tirant parti de ce signal parasite pour en extraire les informations qu'il contient. En effet, la fuite électrocinétique traversant la porosité du matériau (partiellement ou en totalité), la variation de son intensité révèle une modification de l'interface solide /liquide dans les pores du matériau. L'objectif de la thèse sera donc d'explorer le potentiel d'applications de ce phénomène dans le domaine de la science des membranes en tentant notamment de

l'appliquer à la détection précoce du colmatage interne (applications visées : microfiltration et ultrafiltration) et du mouillage de la surface de contacteurs membranaires (application visée : distillation membranaire). Ceci nécessitera au préalable de synthétiser un ensemble de membranes possédant différentes propriétés de densité de charge, d'hydrophilies, de porosité et taille de pores. Ces membranes seront élaborées par inversion de phase (induite par contre-solvant ou par évaporation) à partir de divers polymères (polyacrylonitrile, polyéthersulfone, polyimide, polyfluorure de vinylidène...).

Cette thèse, par les perspectives qu'elle ouvrira, devrait représenter un jalon important dans le domaine de la caractérisation des propriétés électriques de surface des matériaux poreux et plus particulièrement des membranes synthétiques. Elle fournira également les preuves de concept nécessaires au futur développement de capteurs électrocinétiques en ligne.

Profil recherché

- ✓ Formation bac +5 (école d'ingénieur et/ou Master) en chimie-physique, chimie des matériaux ou génie des procédés
- ✓ Motivation pour la recherche
- ✓ Maîtrise de l'anglais (niveau B2 minimal)
- ✓ Aptitude à présenter des résultats (à l'oral et à l'écrit)