

Chapitre 2. Techniques de séparation membranaire

Introduction

Les procédés de séparation sur membranes se rangent en plusieurs classes. La microfiltration, l'ultrafiltration, la nanofiltration et l'osmose inverse peuvent être définies comme des techniques de séparation de deux liquides par perméation à travers des membranes perméables. La pervaporation et la perméation en phase gazeuse utilisent des membranes denses non poreuses, elles se distinguent des précédentes par l'emploi de gaz et non de liquides lors du processus de séparation. Ce sont des solutions de rechange à la distillation et à la déshydratation de mélanges azéotropiques. En dernier lieu, les techniques électromembranaires reposent toutes sur le principe d'échange d'ions et elles utilisent le courant électrique comme force motrice de séparation.

2.1. La microfiltration : elle consiste à éliminer les particules ayant une dimension comprise entre 0,2 et 10 micromètres lors du passage tangentiel (et non perpendiculaire) du liquide à traiter à travers la membrane, et ce, grâce à une différence de concentration de part et d'autre de la membrane.

Eléments retenus : les bactéries, les fragments de cellules biologiques, les matières colloïdales.

Domaines d'application : la purification de l'eau et le traitement des effluents.

2.2. L'ultrafiltration ou la filtration moléculaire utilise des membranes microporeuses dont le diamètre des pores est compris entre 1 et 10 nanomètre (nm). Seules les petites molécules transitent par la membrane tandis que celles de poids moléculaire plus élevé en sont empêchées (pour une échelle de poids moléculaires allant de 5 000 à 500 000 daltons).

Eléments retenus : les polymères, les protéines, les colloïdes.

Domaines d'application : industrie agro-alimentaire, bio-industries, mécanique (automobile, traitement de surface, etc.), pétrochimie, etc.

2.3. La nanofiltration offre la capacité, très intéressante de séparer des composés de faible poids moléculaire à des pressions qui sont faibles, voire moyennes. Elle arrête les sels ionisés multivalents (calcium, magnésium, etc.) et les composés organiques de masse molaire inférieurs à 300 daltons et produit ainsi une eau qui n'est pas totalement déminéralisée contrairement à l'osmose inverse.

Domaines d'application : nombreux, même si les premières applications industrielles sont récentes déminéralisation sélective avec élimination d'ions multivalents, régénération de bains usés de dépôts de cuivres, etc.

2.4. L'osmose inverse : son principe est explicité dans la "mise en œuvre des procédés de séparation membranaires - pression osmotique". Le transfert ne s'effectue plus au travers de pores (certains chercheurs pensent néanmoins qu'il existerait des nanopores) mais par dissolution des composants de la solution dans la membrane puis diffusion au travers de celle-ci. Cette méthode est la moins onéreuse pour éliminer de 90 à 99% des contaminants d'un liquide.

Domaines d'application : le dessalement de l'eau de mer, la récupération de matières précieuses, la diminution de la pollution environnementale, etc.

2.5. La pervaporation est une alternative à la distillation pour la séparation de solvants organiques. Un composé liquide déterminé d'un mélange passe, sublimé, à travers la membrane dense par un processus de sorption-diffusion. Il est récupéré de l'autre côté à basse pression et condensé.

Domaines d'application : encore relativement faibles ils concernent le traitement des effluents, la déshydratation de solvants et de mélanges organiques, les extractions de composés organiques, etc.

2.6. La perméation gazeuse : contrairement à la pervaporation qui travaille à pression atmosphérique, le flux d'alimentation gazeux (et non liquide) est injecté à haute pression, il se divise au niveau de la membrane en deux flux gazeux séparés de basse et moyenne pression.

Domaines d'application : la séparation de solvants organiques dans l'air, l'enrichissement d'un solvant, le traitement des gaz de purge, etc.

2.7. Les techniques électromembranaires (électrodialyse simple, électrodialyse à membranes bipolaires, électrolyse, électrodésionisation) transfèrent de manière sélective des ions à travers une membrane échangeuse d'ions

Domaines d'application : la production d'eau douce, d'eau potable ou d'eau ultrapure, la déminéralisation du lactosérum (petit lait), la régénération de bains usés de décapage, la production de chlore et de soude.