

Dans notre monde moderne actuel, le traitement de l'eau nécessite des produits de séparation de haute technicité et de haute performance, que ce soit pour offrir des qualités d'eau traitées avec une rigueur croissante ou pour produire de l'eau au coût le plus bas. Cependant, pour obtenir la qualité exigée, on a souvent recours à plus d'une technique de séparation. Cette évolution est la raison majeure qui a incité Lanxess à démarrer la production de la membrane d'osmose inverse (OI) Lewabrane et de ses éléments dans un nouveau site de production à Bitterfeld en Allemagne.



Concept pour le traitement de l'eau: technologie de séparation mixte OI et EI

Bien que les membranes composites à couche mince basées sur ce procédé s'utilisent depuis plus de trente ans, la technique la plus récente offre aujourd'hui la possibilité de contrôler le processus de polymérisation avec plus de précision. "Par conséquent, pour développer notre membrane, nous nous sommes concentrés sur l'amélioration du degré de polymérisation du polyamide dans la couche. Un degré de polymérisation plus élevé améliore la stabilité mécanique et chimique de la mince couche de barrière et donc aussi sa longévité. Il réduit en outre la charge négative sur la surface de la membrane, permettant ainsi une plus faible adsorption cationique (encrassement) à cet endroit."

ESSAIS SUR LE TERRAIN

Les premiers essais réalisés sur le terrain avec les nouveaux éléments de la membrane Lewabrane RO B400HR ont débuté en janvier 2012. Les éléments ont été placés dans une installation d'OI existante, qui traite 40 m³/h d'eau du Rhin en aval d'un système d'ultrafiltration. L'élimination de composés organiques toxiques (COT) et de silice ont été mesurés périodiquement pendant ces essais. L'élimination de COT mesurée s'élevait à environ 95-96%, et l'élimination de silice totale mesurée, à environ 99,3%. En conclusion, il a été démontré que le nouvel élément de la membrane Lewabrane OI réalise une performance similaire dans des conditions d'opération identiques.

Si Lanxess a franchi un grand pas en direction de la technologie de la membrane d'OI, c'est parce que l'OI est une technologie complémentaire de celle des résines échangeuses d'ions (résines EI). Les résines EI de Lanxess sont produites depuis plus de 70 ans sous la marque Lewatit®. En règle générale, l'OI dessale efficacement les eaux de salinité élevée, mais l'EI permet d'extraire sélectivement certains ions de l'eau. Le tableau 1 indique la technique de séparation pouvant être utilisée en fonction de la qualité du perméat.

Dans des applications de séparation modernes, les processus mixtes OI / EI ne s'utilisent pas uniquement dans des applications telles que la désalinisation de l'eau d'alimentation des chaudières, mais aussi dans d'autres applications de processus, comme l'élimination du

bore de l'eau de mer, ou le traitement de l'eau produite à partir de ressources de gaz non conventionnelles.

COMBINAISON OSMOSE INVERSE – ÉCHANGE D'IONS

Pour atteindre un niveau de récupération élevé, il convient d'adoucir l'eau à des niveaux de dureté de l'ordre du ppb. Pour réaliser cet adoucissement d'une manière fiable, surtout avec de l'eau de salinité élevée, on a recours à un processus d'EI sélectif, comme celui de type à résine échangeuse d'ions cationiques acide faible (la Lewatit CNP80, par ex.), qui s'utilise typiquement avant le traitement des eaux saumâtres par OI. Un autre exemple est l'utilisation de résines chélatrices, capables d'adoucir l'eau efficacement à des niveaux de dureté de l'ordre du ppb, même à partir de solutions salines saturées.

Tableau 1 :

Processus	Déminéralisation	Désalinisation
Limites	Conductivité < 2 µS/cm	Conductivité < 0.055 µS/cm
	COT < 500 ppb	COT < 100 ppb
	SiO ₂ < 50 ppb	SiO ₂ < 10 ppb
Technologie	Échange d'ions	Échange d'ions
	Osmose inverse	(lit mixte)
	Électrodialyse	Électrodéionisation (EDI)

Dans la plupart des applications, un traitement chimique au moyen d'acides ou d'un produit de détartrage est appliqué comme prétraitement d'un processus d'OI. Le processus d'adoucissement par EI comporte des avantages si l'extraction des sels s'avère difficile, ou si les produits de solubilité (K_{sp}) des sels dépassent de loin la limite de saturation, de sorte que l'utilisation d'un produit de détartrage est exclue pour l'application.

UTILISATION MIXTE ÉCHANGE D'IONS – OSMOSE INVERSE

Contrairement à l'exemple de traitement d'eau donné ci-dessus, l'EI s'utilise comme post-traitement pour l'élimination de bore, qui, à l'aide de la seule OI s'effectue à un pH 9. À cette valeur, le bore est partiellement chargé négativement et l'élimination peut s'élever jusqu'à 90% par OI d'eau de mer, et à 75% pour l'eau saumâtre, avec des éléments d'OI. Pour atteindre une limite inférieure à 0,5 mg de bore par litre de perméat, il est nécessaire de soumettre le premier perméat à un traitement d'OI supplémentaire. Dans lequel cas, l'adaptation du pH s'effectue devant la seconde voie.

Une solution alternative à ce processus consiste en un post-traitement par EI. Bien que seules quelques usines soient équipées de cette technique, celle-ci est nettement avantageuse si le client exige une faible concentration en bore (0,3 mg/litre). Dans un essai pilote mené dans une installation de désalinisation d'eau de mer, la teneur en bore a pu être réduite de 0,7 mg/l (après OI) à 0,2 mg/l (capacité opérationnelle de 2,6 g/l). L'EI étant un processus de séparation très sélectif, c'est essentiellement du bore qui est éliminé et la capacité de la résine n'est pas épuisée par d'autres ions. Des processus similaires peuvent être utilisés après un processus d'OI pour procéder à l'élimination sélective d'autres composés critiques, comme de l'arsenic ou des métaux lourds.

Nouveau logiciel de conception

Depuis le mois de juillet, Lanxess propose un nouveau logiciel complet (Lewa-Plus). Ce logiciel est capable d'intégrer des schémas de calcul d'osmose inverse et d'échange d'ions. Par conséquent, les installations de traitement de l'eau équipées d'un système à deux voies d'eau ou de processus hybrides utilisant successivement l'OI puis l'EI, peuvent être comparées, permettant ainsi au concepteur d'optimiser rapidement l'installation de traitement de l'eau. De plus, le logiciel permet de calculer et d'évaluer les effets des variables de processus, telle la température, pour un système complet.

Concernant la conception d'une installation d'OI, le logiciel permet d'obtenir un schéma recommandé, basé sur les informations introduites. D'autres mises à jour sont prévues pour cette année, par exemple l'option de post-traitement par EI, ainsi qu'un calcul détaillé du coût et de l'énergie pour le concept d'OI.

Lorsqu'on procède à la validation économique des processus d'OI et d'EI, le coût d'élimination dans le concentré joue souvent un rôle important. C'est cependant la concentration en sel du paquet d'eau qui revêt généralement une importance primordiale. Alors que le coût spécifique de l'eau déminéralisée par EI dépend de la concentration en sel du paquet d'eau, le coût spécifique pour une installation d'OI est constant pour une large gamme de concentrations en sel. Par ailleurs, le coût spécifique de l'eau traitée par OI se fait sentir à un niveau plus élevé, de sorte que le seuil de rentabilité (intersection) montre au concepteur où la valeur de salinité de l'EI et de l'OI représente le même coût. La validation économique mise à part, d'autres raisons peuvent expliquer pourquoi on sélectionnera l'OI ou l'EI pour un processus. En général, le processus d'OI est privilégié si la facilité de maniabilité constitue un critère de sélection critique, et l'on privilégiera l'EI si une sélectivité élevée est profitable.

Lanxess est convaincue que les technologies d'EI et d'OI connaîtront toutes deux une forte croissance dans le proche avenir. La désalinisation de l'eau de mer connaît une croissance rapide, avec un taux de croissance attendu de 12% ; celle de l'eau saumâtre a un taux de croissance légèrement inférieur. Il est clair qu'un brillant avenir est réservé au processus utilisant la membrane d'OI. Et quant aux processus de traitement de l'eau exigeant plus d'efficacité et de sélectivité, le même avenir est réservé au processus par EI. La technologie de traitement de l'eau moderne exige que plusieurs technologies soient combinées, par exemple, l'intégration de différents processus de séparation par membrane ou la combinaison de plusieurs techniques comme l'OI et l'EI, ou l'OI et l'EDI.

Aujourd'hui Lanxess propose deux solutions de pointe pour les processus de séparation (OI et EI) afin de permettre au concepteur de processus d'optimiser le processus de traitement de l'eau dans le but d'en abaisser le coût et d'améliorer la fiabilité du traitement de l'eau pour l'utilisateur.

Nous remercions: Dr. Jens Lipnizki, Beryn Adams, Dr. Motohiro Okazaki, Alan Sharpe

• Bart.goossens@lanxess.com

• www.lewabrane.com

