

# LES CONTACTEURS MEMBRANAIRES ou COMMENT REPOUSSER LES LIMITES DE L'EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE CLASSIQUE

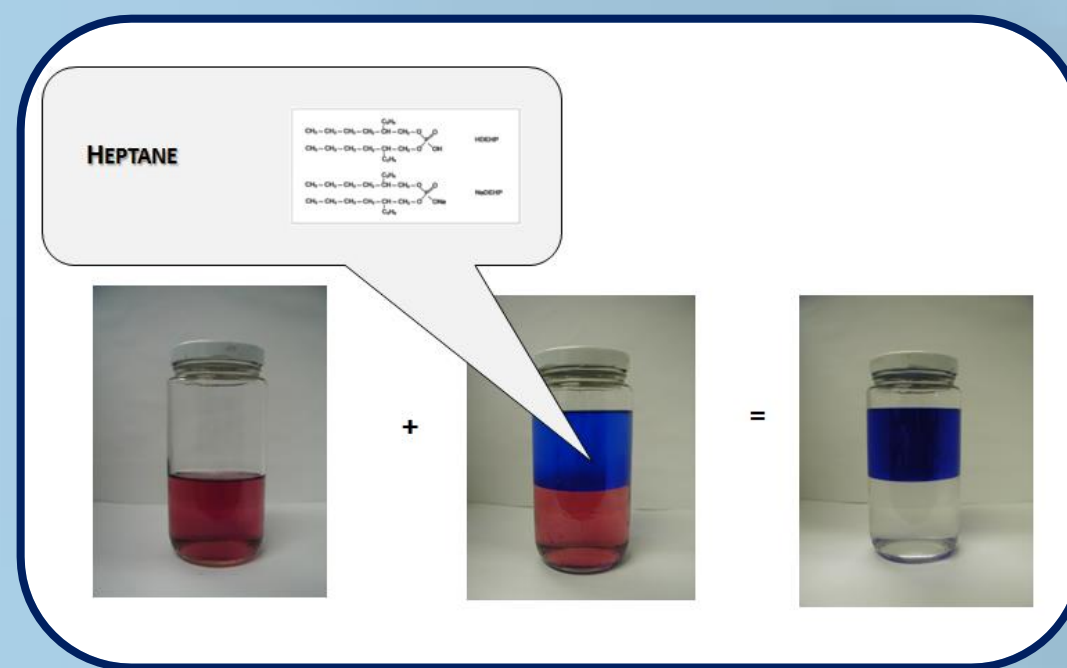
E. Sas<sup>1</sup>, N. Martinez<sup>1</sup>, F. Biasotto<sup>1</sup> et S. Alex<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre d'études des procédés chimiques du Québec(CÉPROCQ) & <sup>2</sup>Institut des procédés industriels(IPI), Collège de Maisonneuve, Montréal, Qc., Canada

Les contacteurs membranaires ont été développés vers la fin des années 1990 pour le dégazage des fluides industriels pour en diminuer la corrosion due aux gaz dissous. Rapidement, on s'est aperçu qu'ils pouvaient rendre de fiers services en extraction liquide-liquide. Cependant, il aura fallu attendre presque 10 ans avant de voir les premières applications industrielles, et cette technologie manque encore d'historique. Par contre, on peut lui prédire un bel avenir, car on peut s'en servir aussi bien pour réduire la pollution organique et minérale des eaux (réduction de la demande chimique en oxygène, des métaux lourds, de l'ammoniac, des oxyanions, etc.) que pour traiter l'ammoniac des effluents aqueux et le dioxyde de carbone dans l'air. Cette technologie est aujourd'hui à la chimie industrielle ce que l'âne et le mulet ont été (et sont) à l'agriculture. Tout comme eux, les contacteurs sont de véritables bêtes de somme, car ils allègent les traitements, il ne nous reste plus qu'à avoir l'intelligence de bien les utiliser.

## L'EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE EN QUELQUES MOTS ET UNE IMAGE

L'extraction liquide-liquide (ELL) consiste à mettre en contact une solution aqueuse contaminée avec une phase organique constituée d'un solvant et d'un agent complexant dont le rôle est d'extraire les ions métalliques ou les contaminants. Ensuite, les deux liquides non miscibles sont séparés, donnant de l'eau propre et une solution organique contenant les métaux ou les contaminants concentrés.



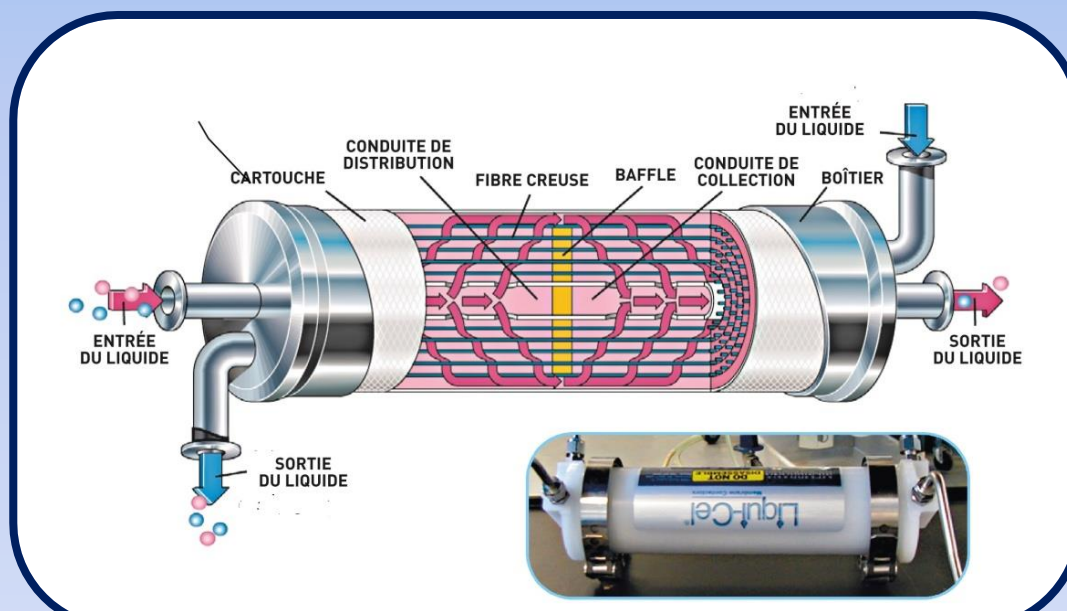
Ce procédé fonctionne bien à condition que les deux phases ne se mélangent pas. Malheureusement, ceci arrive souvent car on doit choisir des agents extractants très tensioactifs ou/et d'utiliser des solvants plus polaires, ces deux options conduisant presque toujours à la formation d'émulsions très stables.



Extraction des métaux

## LE COEUR DE LA TECHNOLOGIE

Un contacteur membranaire est un système où l'eau à traiter circule d'un côté de la membrane et la solution extractante de l'autre. La petite taille des pores (30-50 nm) et la propriété hydrophobe marquée de la membrane en polypropylène empêchent l'eau de la traverser, ainsi les deux viennent en contact uniquement au niveau des pores. Les contacteurs se vendent sous forme de module de fibres creuses et, dépendant des applications, le liquide peut circuler à l'intérieur des fibres (Lumen side) ou à l'extérieur (Shell side) (et vice versa pour l'autre fluide). La figure montre un module en coupe ainsi que son aspect assemblé.



Faire de l'extraction avec cette technologie permet aussi d'utiliser deux phases identiques, si on choisit bien la membrane, ce qui ouvre tout un champ d'applications !

Ces modules sont disponibles pour des applications à l'échelle laboratoire (litre par min.) et industrielle (plusieurs m<sup>3</sup> par min.) à des coûts très raisonnables malgré le monopole de la compagnie Membrana (Charlotte, NC, USA).

## LES GRANDES APPLICATIONS DE LA BÊTE DE SOMME

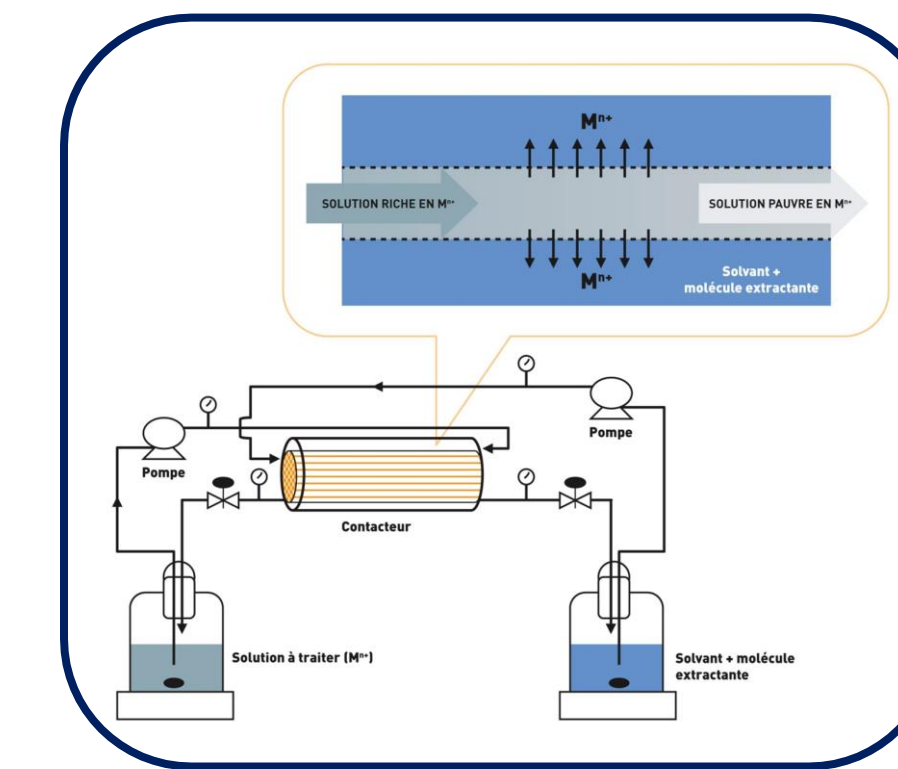
Extraction de l'ammoniac

## LE MOT DE LA FIN

Cette technologie devient de plus en plus populaire et d'ici quelques années, elle devrait se retrouver dans la liste des procédés de base. Il y a de la **résistance** à son implantation surtout au Québec car:

- Il existe des **préjugés reliés à l'encrassement des membranes** (une plaie pour la filtration membranaire classique comme l'osmose inverse ou l'ultrafiltration, mais ceci est limité pour les contacteurs car il y a absence de pression ou l'application d'une pression très légère).
- Il y a un **manque d'historique d'utilisation, la technique étant récente**.

## I- EXTRACTION DES MÉTAUX

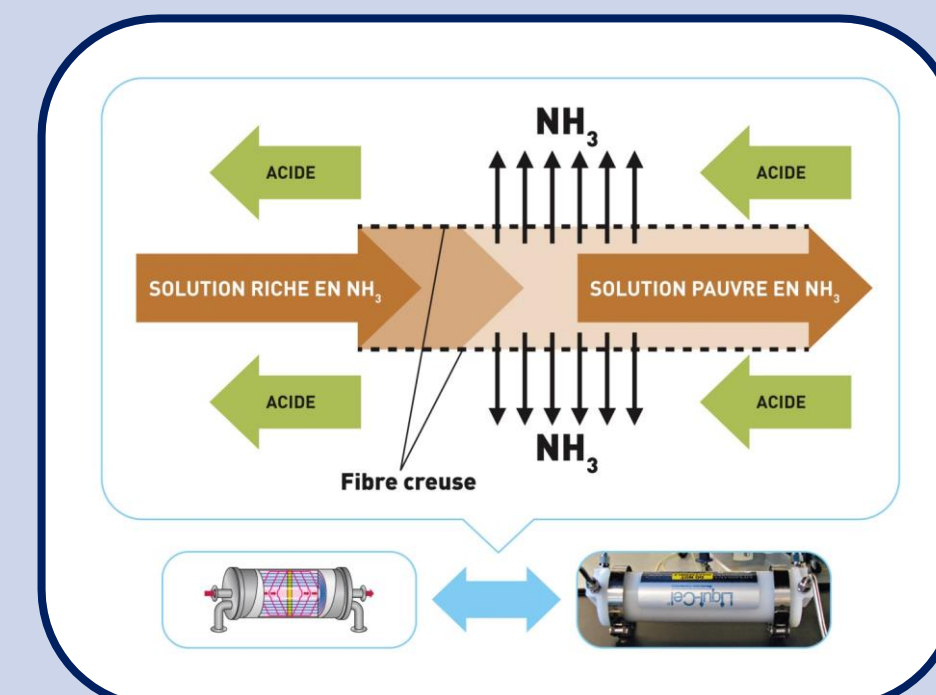


Le solvant organique dopé avec l'extractant circule d'un côté d'une fibre creuse qu'il empreigne, tandis que l'autre face de la paroi est exposée à l'eau. Pour éviter que le solvant organique s'échappe, une pression positive est appliquée du côté aqueux, ainsi la solution organique est immobilisée au niveau de chaque pore et ne peut pas se disperser dans l'eau ce qui évite la formation d'émulsions. En plus de supprimer ce problème critique, **cette technique diminue l'entraînement de l'extractant et du solvant vers la phase aqueuse, ce qui limite cette pollution secondaire inévitable en extraction liquide-liquide classique. Les rendements obtenus sont de 95 % et plus si la phase extractante est bien choisie.**

Cette technique a été expérimentée avec succès sur de nombreux métaux.

Historiquement, cette méthode découverte il y a plus de 20 ans n'a pas connu de développement fulgurant, car il était alors difficile de maintenir une pression constante sur toute la surface des membranes, un facteur critique pour assurer un bon contact entre les deux milieux. L'arrivée des contacteurs de Membrana, dédiés au dégazage industriel, a corrigé ce défaut et a donné un nouveau départ à cette technologie.

## II- EXTRACTION DE L'AMMONIAC



Les ions ammonium sont la bête noire des environmentalistes, car ils sont très solubles dans l'eau et donc difficiles à extraire ou à faire précipiter. Leur extraction et leur neutralisation se font en augmentant le pH de l'eau à traiter pour les rendre volatils. Ensuite, on les entraîne avec de l'air sous forme d'ammoniac. Finalement, ce dernier est lavé par une solution acide dans des colonnes. Cette méthode de traitement n'est pas la seule mais elle est la plus populaire car elle est bien maîtrisée et facile à opérer. Par contre, les installations sont volumineuses et pas toujours faciles à intégrer surtout dans les petits ateliers.

Aussi, on contourne ces défauts avec l'usage de contacteurs. Pour cela, il suffit de faire circuler le liquide chargé en NH<sub>3</sub> (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) à un pH basique d'un côté de la membrane des fibres creuses et de l'autre une solution acide qui circule à contre-courant. Seul l'ammoniac sous forme gazeuse peut traverser les parois des fibres. L'acide garantit une neutralisation immédiate du gaz aussi longtemps qu'il n'est pas saturé. Sa capacité de neutralisation est la force motrice de l'échange.

**Les taux d'enlèvement en azote ammoniacal sont au delà de 95 %. Souvent le procédé est opéré à chaud (40-50 °C) pour favoriser le dégazage et l'effluent doit être impérativement pré-filtré avec un filtre de 10 microns pour ne pas colmater le module.**

RÉFÉRENCES:  
□ S. Alex et F. Biasotto, «Les contacteurs membranaires: les bêtes de somme de l'extraction». Chimiste, 30(1), 13-19, 2015.  
□ C. Frédette et S. Alex, «Traitement de l'ammoniac: nouvelle technique pour un vieux gaz». Vecteur Environnement, 44(3), 24-29, 2011.  
□ S. Alex, F. Biasotto and G. Aroca, «Extraction of organic and inorganic compounds from aqueous solutions using hollow fibre liquid-liquid contactor». Desalination, 241, 337-341, 2009.

