



19670 RM

Agence de l'eau
Paris-Meuse

re
tional
des Ad

LES PROCÉDES A MEMBRANE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX ASSAINISSEMENT



DOCUMENTATION TECHNIQUE

INDUSTRIAL

N° 14

N° 14



LES PROCEDES A MEMBRANE POUR LE TRAITEMENT D'EAU POTABLE ET L'EPURATION

Etude réalisée par M.H. HUSSON-MAREUX et J.A. FABY
de l'Office International de l'Eau
Direction de la Documentation et des Données
Rue Edouard Chamberland - 87065 LIMOGES CEDEX
Tél. 55.11.47.80

S O M M A I R E

INTRODUCTION .. , , , , ,	05
I - Etat de la technologie	07
1) Les membranes	07
1-1 Généralités	07
1-2 Caractérisation des membranes	09
1-3 Membranes organiques	10
1-4 Membranes minérales	10
2) Les modules	11
3) Mise en œuvre et conditions de fonctionnement	12
3-1 Choix du type de procédé	12
3-2 Choix de la pression de fonctionnement et de la vitesse	13
3-3 Maîtrise du colmatage	14
II - Production d'eau potable	17
1) Performances des techniques membranaires	17
1-1 Clarification et élimination des microorganismes	18
1-2 Élimination du fer, du manganèse, et de l'aluminium	20
1-3 Élimination des matières organiques dissoutes d'origine naturelle et des micropolluants organiques : résultats des recherches pilotes	21
1-4 Élimination de la dureté, des sels et des précurseurs de THM	25
1-5 Élimination spécifique des produits organiques de synthèse et de certaines espèces minérales	27
1-6 Les recherches dans les techniques membranaires	27
2) Procédés et réalisations	30
2-1 Les procédés AQUASOURCE	31
2-2 Les procédés MEMTEC	32
2-3 Les procédés KERASEP™	33
2-4 Autres procédés	34
2-5 Unités mobiles	34
2-6 Quelques réalisations en France..	34

- 3) Coûts d'exploitation et d'investissement..**
 - 3- 1 *U l t r a f i l t r a t i o n***
 - 3-2 *Micro filtration***
 - 3-3 *Nanofiltration***
 - 3-4 *Coûts des techniques de filtration sur membrane en affinage***
- 4) Bilan : Guide de choix**

III -*Traitement des eaux résiduaires urbaines*

- 1) Membranes associées au traitement physico-chimique**
- 2) Membranes intégrées au traitement secondaire**
 - 2- 1 *Immergées dans le réacteur biologique, (Essais pilotes)***
 - 2-2 *Couplage bioréacteur - Unité membranaire (Essais pilotes)***
 - 2 - 3 *R é a l i s a t i o n s i n d u s t r i e l l e s***
- 3) Membranes intégrées au traitement tertiaire..**
- 4) Coûts d'exploitation et d'investissement en traitement tertiaire**
- 5) Conclusion**

Conclusion générale

R é f é r e n c e s b i b l i o g r a p h i q u e s

Glossaire

Sigles

Comment sélectionner le procédé qu'il vous faut.

Adresses utiles

Liste des cahiers techniques du F.N.D.A.E

Introduction

L'eau est régulièrement soustraite du milieu naturel, utilisée et . . . rejetée dans le milieu avec ou sans épuration. Quand la pollution n'est pas d'origine accidentelle, elle découle de l'activité humaine. Potabiliser l'eau, mais aussi l'épurer après utilisation sont les deux extrêmes qui régissent sa disponibilité.

Que peut-on séparer de l'eau, avec quelles performances, quels moyens et quels coûts ?

Depuis plusieurs années, des matériaux particuliers, les membranes, permettent de produire de l'eau potable à partir de l'eau de mer. Séparation onéreuse mais justifiée par les cas de rareté extrême de l'eau dans certaines régions.

Parallèlement, des membranes avec des caractéristiques différentes ont trouvé des applications dans le monde industriel, insérées dans un process agro-alimentaire, en valorisation d'un sous-produit, en entretien d'un bain de travail et en dépollution.

On utilise l'osmose inverse pour éliminer le sel de l'eau de mer mais de nouvelles applications apparaissent avec la nanofiltration, l'ultrafiltration, la microfiltration.

Les fabrications de ces membranes sont maintenant mieux maîtrisées, leur mise en oeuvre également. Un savoir-faire important a été acquis avec l'expérience industrielle de fluides difficiles à traiter.

Il reste que l'application de ces techniques au traitement de l'eau potable et des eaux résiduaires urbaines en est au début de l'industrialisation. A peine une vingtaine d'unités de microfiltration de l'eau en potabilisation fonctionnent en France et une dizaine de microfiltration. Des unités plus nombreuses: recyclage des eaux usées existent, essentiellement au Japon.

Le volet économique de leur implantation durable est essentiel. Le traitement par membranes reste cher et ne se pose donc concurrent des techniques classiques dans quelques cas très spécifiques, pour l'instant . . .

L'étude qui suit regroupe les recherches poursuivies sur les matériaux membranaires proprement dits et leur mise en oeuvre: essais de traitement membranaires dans la production d'eau potable voire associés à des traitements conventionnels en techniques de finage, et présente enfin les réalisations industrielles. Pour l'essentiel, elle est réalisée d'après la base de données de la Direction de la Circulation et des Données de l'Office International de l'Eau. On s'y attache à traiter les applications en filtrations par membranes "potable" prioritairement, à l'exception toutefois du dessalement, mais aussi "eau résiduaire urbaine".

Note du rédacteur : à la demande de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt et suite aux réserves émises par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, la notion de «désinfection» n'a pas été utilisée pour décrire l'élimination des microorganismes présents dans l'eau à traiter. Les membranes en elles-mêmes ne sont pas mises en cause mais plutôt les modules qui peuvent être sujets à des fuites du fait de la multiplicité des joints. L'objectif visé est aussi de bien distinguer le pouvoir d'abattement des germes (protozoaires, bactéries, virus éventuellement, . . .) par les techniques membranaires et la désinfection au sens de l'injection d'un bactéricide rémanent.

En d'autres termes, l'utilisation de techniques membranaires n'affranchit pas le traitement d'eau d'une désinfection par le chlore par exemple.

NB : Un glossaire est mis à la disposition du lecteur pour les termes techniques non usuels ou spécifiques aux techniques membranaires en page 66.

CONCLUSION GENERALE

Les procédés à membranes sont une barrière physique pour les substances rencontrées dans l'eau. Suivant les qualités de membranes (osmose inverse, nanofiltration, ultrafiltration, microfiltration), on sépare de l'eau les ions (OI, partiellement avec NF), les virus (UF) même les bactéries. Les résultats obtenus doivent encore être confirmés, les bactéries et les matières en suspension (UF, MF). Il est quelquefois nécessaire de mettre en oeuvre des combinaisons de traitement (charbon actif en poudre, oxydant, coagulant) pour améliorer les performances de traitement.

En France, la qualité des eaux naturelles se dégrade, et au mieux, ne s'améliore pas. Les nouvelles réglementations plus sévères pour la qualité de l'eau potable, la variabilité de la composition des eaux brutes (les périodes pluvieuses augmentent la turbidité des eaux de surface ou du karst) donnent de forts arguments en faveur des procédés à membrane.

La recherche appliquée prend désormais le relais de la recherche fondamentale pour : améliorer l'efficacité du traitement, diminuer le volume des installations (ou augmenter la surface utile des membranes), mettre au point des modules pour assurer une souplesse d'exploitation des installations, limiter les risques d'encrassement des membranes, obtenir des coûts d'investissement et de fonctionnement compétitifs avec les méthodes classiques de traitement des eaux potables ou des eaux usées.

L'expérience aidant, la multiplicité des installations (près de 30 en France en 1994) permet aussi d'optimiser les paramètres hydrauliques et les conditions de fonctionnement pour améliorer les performances à moindre coût.

Pour les eaux usées domestiques, les procédés à membrane ne sont guère utilisés en France et au Japon. Par contre les contraintes plus grandes vis-à-vis des rejets entraîneront le recours à un traitement tertiaire pour éliminer les micro-organismes et certains sels indésirables comme les phosphates et les nitrates. Sur ce plan, on peut penser que les procédés membranaires, et en particulier les bioréacteurs à membrane, fourniront à l'avenir des solutions de plus en plus performantes.