

PAR JACQUES BLEIN (80)



directeur général
délégué, Degrémont

Le dessalement, une alternative prometteuse

ET PHILIPPE GISLETTE



directeur scientifique,
technique et innovation,
Degrémont

Parmi les alternatives permettant de pourvoir à l'alimentation en eau potable des populations, de répondre aux besoins des industriels ou encore de l'agriculture, le traitement et l'utilisation des eaux saumâtres (de surface ou souterraines) et de l'eau de mer connaissent, ces dernières années, un essor tout à fait remarquable. Le développement continu de solutions innovantes avec des critères de fiabilité et de coûts toujours plus performants est le moteur de cet essor.

■ Différentes technologies sont accessibles pour le traitement et le dessalement des eaux saumâtres et des eaux de mer. On distingue principalement deux grandes familles de technologies aujourd'hui mises en œuvre à l'échelle industrielle : les technologies de type « thermique » et les technologies de type « membranaire ».

REPÈRES

Face à l'accroissement de la population mondiale et à la raréfaction des ressources en eau douce disponibles, la recherche de solutions alternatives d'approvisionnement est d'ores et déjà un impératif pour un nombre important et croissant de pays. La demande mondiale en eau est en effet attendue en augmentation de l'ordre de 40 % d'ici à 2020. D'ici 2025, 1 800 millions de personnes vivront dans une région connaissant une pénurie d'eau (ONU).

D'autre part, 60 % des villes majeures dans le monde n'ont pas d'accès à l'eau douce et sont localisées près de la mer.

Osmose inverse

Le principe des procédés mettant en œuvre des membranes est l'élimination des sels de l'eau par passage au travers d'une membrane organique en appliquant, à l'eau à traiter, une pression supérieure à la pression osmotique : c'est le procédé d'osmose inverse. L'eau débarrassée de ses sels traverse la membrane tandis que les sels sont retenus pour être ensuite rejetés.

Évaporation et distillation

Il existe plusieurs technologies de type thermique parmi lesquelles on peut citer les deux plus fréquemment appliquées industriellement : le procédé MSF (*Multi-Stages Flash*) et le procédé MED (*Multi-Effect Distillation*). Ces procédés reposent sur le principe d'une évaporation-distillation de l'eau saumâtre ou de mer dans différentes chambres dont la pression est contrôlée.

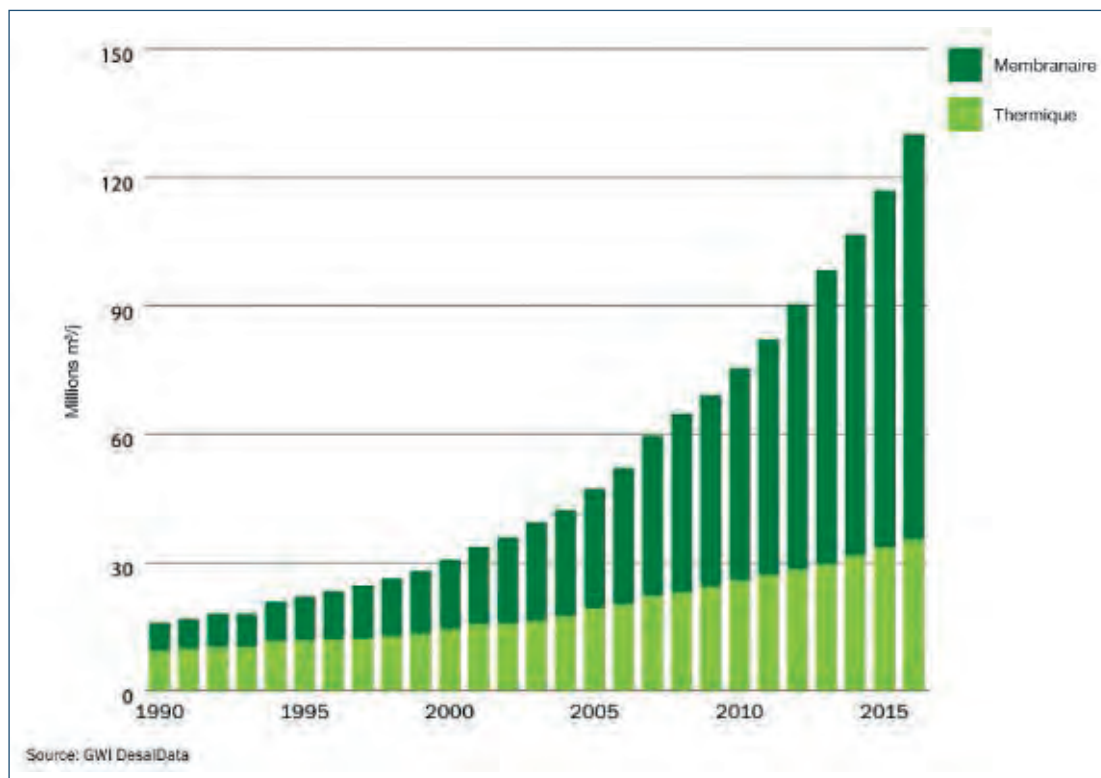
Techniques membranaires

Ce sont les techniques et technologies membranaires qui ont, ces dernières années, bénéficié des plus gros efforts en termes de recherche et développement et qui sont aujourd'hui les plus couramment utilisées dans le monde et ont surpassé les technologies thermiques, en raison notamment de leurs performances et de l'abaissement du coût au mètre cube d'eau produit.

Dépendant de la qualité de l'eau à traiter, un traitement en amont des membranes est toujours nécessaire et met en œuvre des technologies qui vont de la filtration sur lit de sable à des membranes d'ultrafiltration ou encore à de la coagulation-floculation suivie d'une étape de séparation telle que la flottation à l'air dissous ou la décantation.

Les techniques membranaires ont surpassé les technologies thermiques

Évolution historique et prévisionnelle de la capacité cumulative des technologies thermiques et membranaires (1990-2015)



Des prix en baisse

On trouve sur le marché un nombre sans cesse croissant de type de membranes (matériaux, modules) pour le procédé d'osmose inverse. Cette forte concurrence, l'accroissement de la production de ces membranes et l'industrialisation des procédés de fabrication ont permis de réduire très sensiblement leur coût, rendant ainsi ce procédé de plus en plus compétitif par rapport aux procédés utilisant des technologies de type thermique.

La modularité et la flexibilité de fonctionnement des installations de dessalement par membranes d'osmose jouent également en faveur de cette technologie.

Performances énergétiques en hausse

Grâce à ces développements successifs, la consommation énergétique rapportée au mètre cube d'eau produit lors de l'étape de traitement de l'eau est passée respectivement d'une valeur de 7 kWh/m³ dans les années 1970 à des valeurs de 3 à 6 kWh/m³ dans les années 1990 et à une valeur avoisinant 2 kWh/m³ actuellement.

Les développements technologiques récents sur les équipements électromécaniques utilisés dans ces filières de traitement permettent, en outre, aujourd'hui de récupérer une partie de l'énergie appliquée pour le fonctionnement du procédé d'osmose inverse (turbines, pompes, etc.), réduisant ainsi la facture énergétique globale du procédé.

Un parc en forte croissance

Le nombre d'installations de traitement des eaux de mer par le procédé d'osmose inverse est en forte augmentation dans de nombreuses régions du globe, et il est également important de noter que la taille de ces installations ne cesse de croître pour atteindre des débits de production de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes d'eau par jour. Ainsi, à Melbourne en Australie, Degrémont vient d'achever une usine de production de 450 000 m³ d'eau traitée par jour qui en fait une des plus importantes références mondiales dans le domaine du dessalement de l'eau de mer par osmose inverse.

Des défis pour demain

Il reste encore de nombreux défis à relever pour faire du dessalement d'eau un procédé universellement répandu.

Des débits de production de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes par jour



© DEGRÉMONT

L'usine de dessalement de Melbourne (Australie) - 450 000 m³/jour.

La recherche de la performance énergétique est le défi majeur

- Les principaux axes de travail pour l'amélioration des procédés portent en premier lieu sur la réduction des coûts d'investissement et des coûts d'exploitation associés aux traitements actuellement disponibles. Des recherches de type incrémental sont en cours afin d'améliorer le rendement des membranes (débit d'eau passant par mètre carré installé) et ainsi réduire le montant des investissements à réaliser. Concernant les coûts d'exploitation, la recherche de la performance énergétique est aujourd'hui le défi majeur, car c'est le point le plus critique de l'équation économique du dessalement de l'eau de mer. Ces travaux visent à la mise au point de matériaux présentant une moindre résistance au passage de l'eau au travers de la membrane (perte de charge). Dans ce cadre, l'utilisation de nouveaux polymères et de nanomatériaux greffés sur les membranes font, par exemple, partie des voies explorées.

Technologies de rupture

Autre grand axe de travail, la recherche et la mise au point de nouvelles techniques et technologies en rupture avec l'existant et permettant de franchir d'importantes étapes pour une réduction sensible des coûts. Des procédés dits « hybrides » tels que des couplages de

membranes d'osmose inverse et de l'électrodialyse sont par exemple étudiés dans le but de rechercher le meilleur compromis entre coûts d'investissement et coûts d'exploitation.

Empreintes carbone et environnementale

Enfin, le troisième axe de progrès est la réduction de l'empreinte carbone, par réduction de l'énergie consommée et par l'utilisation d'énergies renouvelables telles que l'énergie solaire ou éolienne. À titre d'exemple, l'électricité consommée par l'usine de Melbourne est 100 % d'origine éolienne. De même, la réduction de l'empreinte environnementale est un enjeu majeur, notamment en ce qui concerne le devenir des saumures produites par la rétention et la concentration des sels dont la valorisation est un défi à relever. ■

Une solution pérenne

La baisse régulière des coûts d'investissement et de la facture énergétique du dessalement par osmose inverse ainsi que la réduction de son empreinte environnementale en font une solution pérenne, encore plus largement plébiscitée afin de pallier le déficit des ressources en eau à travers le monde.