

# Dessalement de l'eau de mer : une ressource alternative

Face aux pénuries d'eau, le dessalement de l'eau de mer et eau saumâtre est en très forte croissance. Est-ce une solution de facilité à court terme, coûteuse en énergie, ou une solution durable respectueuse de l'environnement ?

L'augmentation de la demande en eau est une tendance mondiale forte, et les pénuries d'eau, qu'elles soient conjoncturelles ou structurelles (en zone aride), sont une réalité appelée à s'aggraver avec le réchauffement climatique annoncé. A titre d'exemple, les pays de la Méditerranée connaissent une pression sur leurs ressources et dépassent leurs réserves renouvelables. Changements climatiques et baisse des précipitations aggravent bien évidemment une situation qui sera bientôt vitale. Quelles réponses peut-on apporter ?

Une première réponse consiste à promouvoir une politique **d'économie de l'eau** qui vise à réduire les considérables pertes et mauvaises utilisations.

Une deuxième réponse, déjà mise en oeuvre par les Pays du Sud et Est Méditerranéen (PSEM), consiste à augmenter les ressources non conventionnelles, **par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre**.

Le dessalement est en très forte croissance dans le monde, avec une capacité installée qui augmente en moyenne de 10% par an. La réduction significative des coûts le rend plus compétitif. Les techniques sont aujourd'hui bien maîtrisées et en constant progrès, même si elles sont pour l'heure gourmandes en énergie (chaleur ou électricité) d'origine fossile, source de coût élevé et d'émissions de gaz à effet de serre.

Sur 70 villes dépassant le million d'habitants, 42 sont situées près des côtes où vit près de 40% de la population mondiale, soit 2,4 milliards d'habitants. Ces facteurs font du dessalement une vraie opportunité de ressource « alternative » permettant de réduire la surexploitation des aquifères de ces zones côtières, et de se prémunir contre les risques de forte sécheresse et de grave pénurie d'eau.

La capacité mondiale de production en eau potable est de l'ordre de



Henri Boyé  
ICPEF 72

500 millions de m<sup>3</sup>/jour, dont 75% à usage de consommation humaine et 25% à usage industriel ou agricole. Aujourd'hui, 15.000 unités de dessalement réparties dans 120 pays produisent 8% de ce volume (40 millions m<sup>3</sup>/j), à partir de l'eau de mer (pour les 3/4) ou eau saumâtre (1/4). En 2004, les experts estimaient que la capacité de dessalement d'eau de mer mondiale doublerait en 10 ans, prévisions qui semblent aujourd'hui sous-estimées. La Chine et l'Inde dont l'objectif à 2015 était estimé à 650.000 m<sup>3</sup>/j ont dépassé ces prévisions dès 2008, la Chine annonçant 1 million de m<sup>3</sup>/j en 2010 et 3 millions en 2020. D'ores et déjà 60%

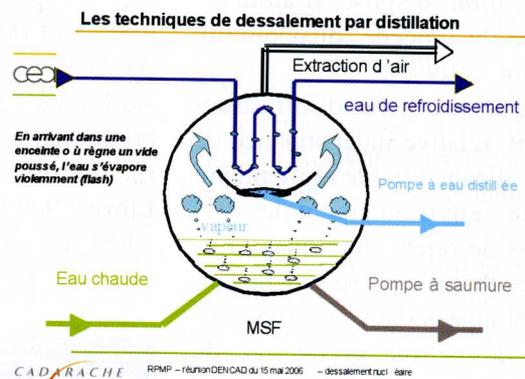
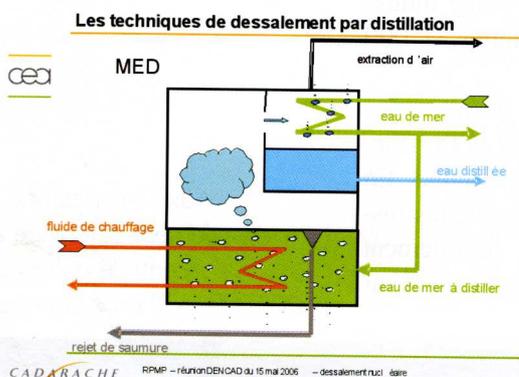
des besoins en eau douce des pays riches et désertiques du Golfe Persique sont satisfaits par dessalement et un tiers de ceux de la ville de Perth en Australie.

### Techniques du dessalement, coûts, contraintes, évolution

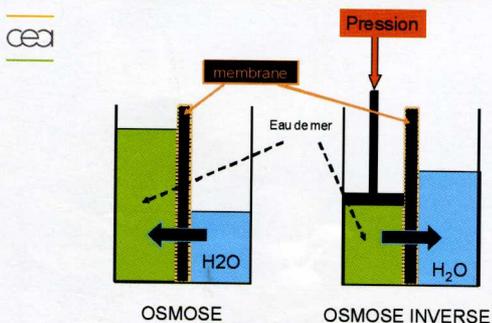
Deux types de technologies ont successivement été mises au point, l'évaporation thermique et l'osmose inverse (*encadré ci-dessous*). Les procédés thermiques – par évaporation et distillation – ont été les premiers utilisés couplés à des centrales électriques à forte capacité, essentiellement dans les pétromonarchies du

## Les procédés de dessalement de l'eau peuvent être classés en deux grandes familles : les procédés thermiques, et la séparation par membranes ou osmose inverse.

- Les procédés « thermiques » par évaporation ou distillation avec changement de phase, MED (Multi Effect Distillation) et MSF (Multi Stage Flash), nécessitent de l'énergie sous forme de chaleur. Ils fonctionnent sur le principe de l'évaporation de l'eau de mer, la condensation de la vapeur permettant ensuite de récupérer de l'eau quasiment pure.



### Les techniques de dessalement par osmose



- Le procédé d'osmose inverse (OI) nécessite de l'énergie sous forme d'électricité pour alimenter des pompes hautes pressions qui compriment l'eau de mer pour la faire passer à travers une membrane filtrante.

Golfe arabo-persique. Un second procédé par filtration sur membranes fines retenant le sel et toutes les impuretés, est connu sous le nom de nano-filtration ou osmose inverse. Sa bonne fiabilité fait qu'elle atteint aujourd'hui 50% de la part de marché de dessalement. Une vive rivalité stimule les constructeurs -dont les Français Degremont et Sidem-, avec pour effet une chute du coût des membranes ou filtres (actuellement 20 €/m<sup>2</sup> de module) ainsi qu'une chute du coût énergétique (consommation électrique de 3,7 kWh/m<sup>3</sup> tout compris, pour 320 000 m<sup>3</sup>/j à Ashkelon (Israël) exploitée par Veolia Eau. Dans le Golfe on atteint une production de 800 000 m<sup>3</sup>/j (Tawila, Abu Dhabi) à 1 million de m<sup>3</sup>/j (Marafiq, Arabie Saoudite).

Au plan économique, les coûts d'investissement sont de 1 000 à 1 200 €/m<sup>3</sup>/j pour le thermique, et un peu moindre, soit 900 à 1000 €/m<sup>3</sup>/j pour l'osmose inverse. L'eau douce produite ressort à un coût de revient de 0,6 à 0,7 €/m<sup>3</sup>, qui est bien sûr très sensible au coût de l'énergie et de l'électricité.

La *distillation* dispose d'atouts : robustesse du procédé, disponibilité importante (99%), plus faible empreinte au sol et coût d'infrastructure réduit, relative indépendance de la qualité d'eau entrante et meilleure empreinte environnementale des rejets (pas de rejets chimiques). Les techniques thermiques se sont davantage développées dans les pays producteurs de pétrole et de gaz du Golfe arabo-persique et représentaient il y a encore quelques années la principale technologie dans le monde.

L'*osmose inverse* (OI) gagne des parts de marché et devient dominante. En 1990, l'OI représentait 40% des installations dans le monde. Aujourd'hui ce procédé représente environ 55% des installations. En 2020, les projections donnent la répartition suivante: OI 70 %, Distillation 20 %, Autres techniques 10 % (source des données AIEA-CEA).

## Recherche et innovation

Les technologies et la recherche progressent, portant sur le choix des matériaux, les membranes, la modularité, et l'optimisation du coût en énergie. Deux champs apparaissent porteurs d'avenir : les centrales hybrides associant production d'électricité et dessalement d'une part, et la récupération de l'énergie de la saumure produite d'autre part, grâce à des turbines hydrauliques Pelton ou des systèmes « échangeurs de pression » (dont le système ERI Energy Recovery), promis à un bel avenir quand l'énergie se renchérit.

## Un aperçu de la situation et des projets en dessalement d'eau en Méditerranée

Les premiers pays concernés ont été les îles (Malte, Baléares, Dalmatie, Chypre, Cyclades...), ou les littoraux arides (Libye, Algérie) ou en voie de le devenir (Espagne). Algérie et Espagne ont massivement investi.

L'**Algérie**, prévoit de disposer en 2019 de 43 usines de dessalement pour approvisionner les villes, et réservera les eaux traitées et de barrage à l'agriculture et l'usage industriel (800 000 m<sup>3</sup>/j installés, 2 000 000 m<sup>3</sup>/j programmés).

Au Maroc : 20 000 m<sup>3</sup>/j installés, des projets lancés dont Agadir et Tan Tan. En Tunisie : 95 000 m<sup>3</sup>/j installés. En Libye : 900 000 m<sup>3</sup>/j thermiques installés, et un projet de dessalement nucléaire. En Egypte : dessalement sur

Aux Canaries, une usine de dessalement combinée avec une centrale éolienne produit 200.000 m<sup>3</sup>/j en « énergie verte ».



### Quelques données sur l'usine d'El Prat de Llobregat près de Barcelone :

- Potentiel de production : 200 000 m<sup>3</sup>/jour.
- 100 litres d'eau de mer permettent une production de 45 litres d'eau potable.
- L'installation demande seulement trois kWh par mètre cube d'eau,
- Coût de l'usine : 230 millions d'euros (financés par l'Union européenne à hauteur de 75 %)
- Prix du mètre cube d'eau dessalé : 50 à 60 centimes d'euro (le prix actuel de l'eau à Barcelone est de 32 centimes d'euro).

(Source : presse espagnole)



la Mer Rouge. A Malte, le dessalement représente 60% de l'eau potable de l'île. A Chypre, 2 usines de dessalement sont opérationnelles. En Israël : plus de 800 000 m<sup>3</sup>/j installés, dont une grande unité d'osmose inverse de 320 000 m<sup>3</sup>/j à Ashkelon.

**L'Espagne** est au 4ème rang mondial, après l'Arabie Saoudite, les Pays du Golfe et les USA, et Barcelone vient d'inaugurer le 22 juillet 2009, sa première usine de dessalement d'eau de mer, la plus importante du territoire européen, ce qui permettra d'alimenter 1,3 millions d'habitants

A ce jour la Méditerranée représente environ un quart du dessalement mondial. Vers 2030, la région pourrait approcher le chiffre du dessalement mondial actuel (soit environ de 30 à 40 millions de m<sup>3</sup>/j).

#### **Risques, et enjeux. Recommandations pour « Dessaler Durable »**

Il faut éviter tout mode de production et de consommation d'eau non durable. Une politique d'augmentation de l'offre en eau se doit d'être organisée via une meilleure gestion globale de la ressource, les gaspillages qui sont massifs doivent être contrôlés. **Le partage de l'eau** est source de très vifs conflits d'intérêt entre alimenta-

tion des grandes villes, tourisme, industrie et irrigation. L'eau dessalée, relativement chère et coûteuse en énergie, devrait être réservée à la consommation humaine (eau potable) domestique, excluant donc les usages agricoles ou industriels.

Le dessalement à grande échelle et sans limite n'est pas en soi une option de développement durable; c'est une forme d'adaptation au changement climatique qui ne devrait être adoptée que lorsque toutes les autres possibilités « durables » ont déjà été exploitées. Généraliser le dessalement à grande échelle pour fournir de l'eau douce aux plus riches, est une solution non éthique, coûteuse et à court terme, qui pourrait déboucher sur un « scénario catastrophe » si toute l'électricité additionnelle utilisée est d'origine thermique, avec forte augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>. **Un « dessalement durable » se doit donc d'être vertueux.**

**L'impact environnemental** est lié au rejet des saumures dans le milieu naturel qui à forte concentration peut appauvrir ou détruire les écosystèmes aquatiques et dégrader la qualité de l'eau.

**Economiser l'énergie.** Les besoins énergétiques liés à l'eau - pompage,



Aujourd'hui 1500 unités de dessalement réparties dans 120 pays produisent 40 millions de m<sup>3</sup>/j à partir d'eau de mer et d'eau saumâtre.

transferts, traitements, auxquels le dessalement vient s'ajouter - pourraient doubler en 10 ans, pour atteindre 15% de la demande globale d'énergie en 2025, dans les Pays du S-E Méditerranéen « hot spot » du changement climatique. Eau et énergie sont plus que jamais indissociablement liées ! Il faut valoriser les technologies les plus économes (osmose inverse, récupération d'énergie, production combinée, cogénération optimisée) à l'exemple de Malte...

**De faibles émissions de CO<sub>2</sub> sont possibles, avec les énergies renouvelables** (éolien, solaire photovoltaïque, solaire thermique) ou nucléaire. Le Solaire à concentration (CSP, Concentrated Solar Power) permet dessalement et production d'électricité à grande échelle : voir au Maroc un projet pilote de l'ONEP -Office National de l'Eau Potable- à Tan Tan (dans le cadre du Plan Solaire

Méditerranéen).

L'éolien est intéressant sur les côtes ventées, à l'exemple des îles Canaries, ou de Perth en Australie, où une usine de dessalement combinée avec une centrale éolienne produit 200 000 m<sup>3</sup>/j en « énergie verte ».

**Les sources d'énergie thermique** sont à valoriser : la société 3MW a développé une technologie de production d'eau potable par évaporation à basse température, avec une double approche « low cost » et « zéro carbone » fonctionnant avec de la chaleur basse température (vapeur, eau chaude, circuit de refroidissement de moteur thermique,...), ou du solaire thermique. Ce système, très économe en énergie électrique (moins de 0.2 kWh/ m<sup>3</sup>), est en cours d'industrialisation. Un projet pilote est à l'étude en Egypte, avec le NWRI, National Water Research Institute.

Henri Boyé a fait sa carrière dans le domaine de l'énergie et l'environnement, en France et à l'International. Il a notamment été Directeur Afrique à EDF, puis Délégué Général d'EDF au Maroc de 1997 à 2004. Il est actuellement consultant au MEEDDM (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer), au Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable. Il a mené une étude sur le dessalement de l'eau pour le Plan Bleu Méditerranée, site web [www.planbleu.org](http://www.planbleu.org)

**Dessalement et énergie nucléaire :** le nucléaire est une option probable à moyen terme (horizon 2020) fournissant sans émission de CO<sub>2</sub> les kWh nécessaires, à l'étude en Libye, Algérie, Tunisie, Maroc... A Aktau, sur la mer Caspienne (Kazakhstan), une unité de dessalement a fonctionné ainsi depuis 1973 (réacteur rapide BN 350 refroidi au sodium liquide, 125 MW électrique et 700 MW thermique).

**Formation et le transfert technologique** sont essentiels pour tous les aspects du dessalement et de la récupération et retraitement des eaux usées, pour lequel les technologies membranaires sont très appropriées. Il y a un intérêt certain, économique et stratégique à développer en

Méditerranée une filière technologique proposant des modes de production durables, notamment des unités de dessalement de petite taille (projets décentralisés, avec ENR, énergie solaire thermique).

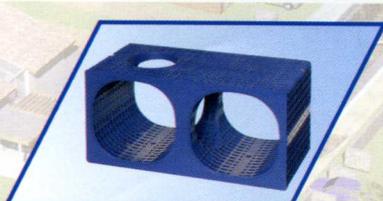
**En conclusion**, en intégrant information, formation, promotion et transfert des meilleures technologies de dessalement, implémentation de critères d'excellence, en énergie et environnement, **la coopération euro-méditerranéenne** est appelée à jouer un rôle déterminant. Ainsi pourrait se dessiner un futur durable pour l'emploi et les métiers de l'eau, en partenariat et complémentarité pour le développement d'un vrai projet industriel entre les deux rives de la Méditerranée. ■

wavin
Solutions polymères complètes pour vos réseaux eau usée, eau pluviale et adduction d'eau



**Caniveaux hydrauliques**

- Légers et résistants
- Prêts à installer
- Conformés à la norme EN 1433



**Modules de rétention/infiltration Wavin Q-Bic**

- Rapide et facile à mettre en oeuvre
- Inspectable et nettoyable
- Résistance mécanique à long terme



**Regards et boîtes d'inspection Wavin Tegra**

- Léger et facile à poser
- Résistant aux agressions chimiques
- Étanchéité parfaite



**Tabouret orientable Wavin Karbon 20**

- Entrées/sorties orientables
- Fond plat lesté
- Robuste

[www.wavin.fr](http://www.wavin.fr)

L'innovation au service
du transport des fluides