

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 m³/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 m³/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 m³/j ont dépassé ces prévisions dès 2008, la Chine annonçant 1 million de m³/j en 2010 et 3 millions en 2020. D'ores et déjà 60%

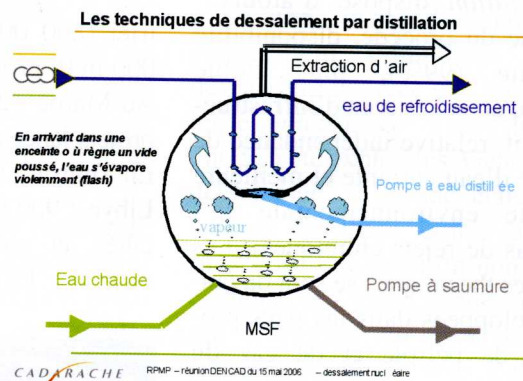
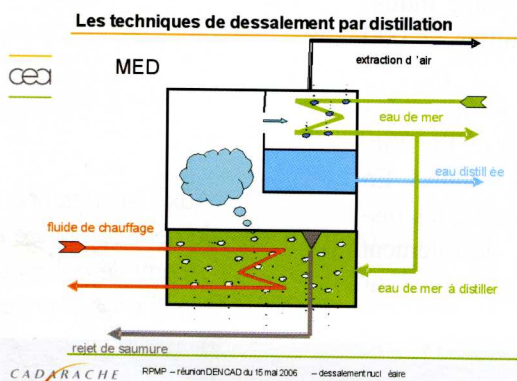
des besoins en eau douce des pays riches et désertiques du Golfe Persique sont satisfaits par dessalement et un tiers de ceux de la ville de Perth en Australie.

Techniques du dessalement, coûts, contraintes, évolution

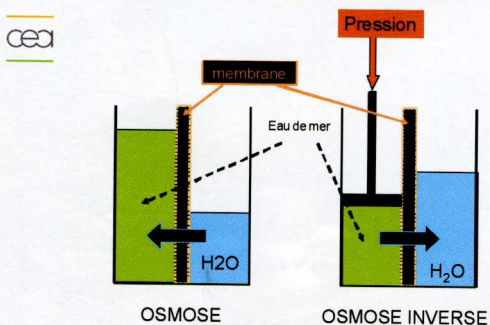
Deux types de technologies ont successivement été mises au point, l'évaporation thermique et l'osmose inverse (*encadré ci-dessous*). Les procédés thermiques – par évaporation et distillation – ont été les premiers utilisés couplés à des centrales électriques à forte capacité, essentiellement dans les 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 €/m² de module) ainsi qu'une chute du coût énergétique (consommation électrique de 3,7 kWh/m³ tout compris, pour 320 000 m³/j à Ashkelon (Israël) exploitée par Veolia Eau. Dans le Golfe on atteint une production de 800 000 m³/j (Tawila, Abu Dhabi) à 1 million de m³/j (Marafiq, Arabie Saoudite).

Au plan économique, les coûts d'investissement sont de 1 000 à 1 200 €/m³/j pour le thermique, et un peu moindre, soit 900 à 1000 €/m³/j pour l'osmose inverse. L'eau douce produite ressort à un coût de revient de 0,6 à 0,7 €/m³, 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 m³/j installés, 2 000 000 m³/j programmés).

Au Maroc : 20 000 m³/j installés, des projets lancés dont Agadir et Tan Tan. En Tunisie : 95 000 m³/j installés. En Libye : 900 000 m³/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 m³/j en « énergie verte ».



