

# L'osmose inverse

## *Goutte d'eau dans la mer ou osmose parfaite ?*

Alexandre El-Assad, Frédéric Janin, Charline Mazoyer, Raphaël Ruscassié

L'explosion démographique depuis le début du XXe siècle est telle que la population mondiale est passée de 1,5 milliards en 1900 à 7 milliards en 2011. Et même si la croissance par décennie est en baisse depuis les années 80, le nombre d'humains devrait atteindre les 10 milliards en 2100 (suivant un scénario moyen). De plus, les inégalités de répartition de l'eau à la surface du globe vont également croître. Par voie de conséquences, les besoins en eau exploseront dans les prochaines décennies, et ce, parallèlement à la raréfaction de cette ressource stratégique. Ainsi, l'entrée de l'humanité dans ce nouveau millénaire est marquée par la nécessité de répondre à cette demande vitale. Avec 70% à 80% d'eau sur Terre, dont 97,5% d'eau salée, la désalinisation de l'eau de mer semble être une solution pertinente. A ce jour, de nombreuses techniques existent pour transformer l'eau de mer en eau potable : compression de vapeur, distillation par four solaire, électrodialyse, ou encore condensation. Parmi ces méthodes, la plus utilisée était la distillation multi-effets. Energivore (15kWh/m<sup>3</sup>) et onéreuse en infrastructure, elle était essentiellement développée au Moyen-Orient grâce à la manne financière dégagée par les champs pétrolifères. Néanmoins très productive, 900 000m<sup>3</sup>/jour pour la plus importante des installations à Jebel Ali aux Emirats Arabes Unis, elle peinait à se confronter à des concurrents sérieux. Cependant, depuis les années 2000, un nouveau challenger est venu déstabiliser sa suprématie : l'osmose inverse. Goutte d'eau dans

la mer ou technique qui inverse réellement les tendances? Retour sur une alternative prometteuse qui pourrait parvenir à subvenir aux besoins mondiaux.

Depuis le début des années 90, le dessalement de l'eau de mer a connu un réel essor avec une croissance annuelle de 7,5%. Arrivée dans les années 80 au Moyen-Orient, soit 15 ans après la distillation, l'osmose inverse a profité de cette envolée pour rattraper son retard et ne plus se limiter à des petites structures. La construction de l'usine de Tampa en Floride en 1999 en est l'exemple le plus flagrant. Tampa Bay Water (TWB) fournit de l'eau à 0,46€/m<sup>3</sup> à plus d'un millions de consommateurs américains. Symbole du détronement de la distillation par l'osmose inverse, TWB a été et est toujours la plus importante installation en Amérique du Nord. Depuis 2000, l'osmose inverse n'a cessé de creuser l'écart avec l'implantation de nombreuses usines à travers le monde : Ashkelon en Israël, Aman en Syrie, Djerba en Tunisie, Minera Escondida au Mexique. . .

La technique de l'osmose inverse se base sur le principe d'osmose naturelle qui consiste au transfert d'eau non salée vers de l'eau salée par différence de potentiel chimique, au travers d'une membrane filtrant le sel. Ce potentiel chimique est croissant avec la pression. Ainsi, en exerçant une pression sur l'eau salée, l'osmose s'inverse et le transfert d'eau s'effectue alors de la salée vers la non salée.

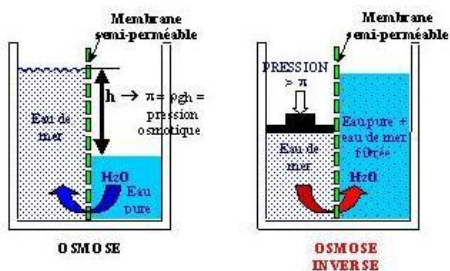


FIGURE 1 – Principe de l’osmose et de l’osmose inverse extrait de [Artimain]

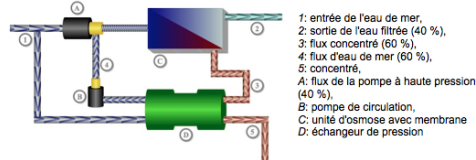


FIGURE 2 – Schéma d’un système à osmose inverse utilisé pour la désalinisation, employant un échangeur de pression extrait de [Wikipédia]

L’accroissement démographique couplé à l’augmentation de l’inégale répartition de cette ressource stratégique sur Terre fait de l’eau un enjeu majeur du XXI<sup>e</sup> siècle. Aujourd’hui, la carte de disponibilité en eau douce fait d’ores et déjà apparaître des zones très dépourvues en eau potentiellement potable. A cela s’ajoute que, certaines de ces zones déjà crisogènes car en pénurie d’eau, le seront encore plus avec la pression démographique qui s’y ajoutera. Cependant, en superposant cette première carte à une seconde présentant la capacité de dessalement, il semble évident que cette technique, notamment via l’osmose inverse, est déjà une solution privilégiée pour subvenir aux besoins en eau des pays les plus arides. L’osmose inverse s’est donc déjà bien établie, et présente un potentiel futur très intéressant. De plus, même si l’osmose inverse n’est pas aussi productive que la distillation pour le moment, 320 000m<sup>3</sup>/jour pour la plus importante installation, elle est moins énergivore que sa rivale historique. A 5kWh/m<sup>3</sup>, elle est effectivement 3 fois moins gourmande que la distillation. Outre sa faible consommation énergétique, l’osmose inverse se distingue également par un coût d’infrastructure moindre; ce qui lui permet d’obtenir des coûts de revient en sortie d’usine très compétitifs : 0,40€/m<sup>3</sup> à 0,80€/m<sup>3</sup> (contre 0,65€/m<sup>3</sup> à 1,80€/m<sup>3</sup> pour la distillation) d’après [La Recherche]. On voit alors appa-

raître les raisons qui lui ont permises d’asseoir sa notoriété : elle palie aux deux principaux inconvénients de la distillation (coût d’installation et consommation énergétique), tout en présentant un potentiel qui n’est plus à démontrer. Après avoir réussi à dépasser son aînée en termes de production, elle est en passe d’inverser totalement la tendance en la dépassant également en termes de productivité.

Si elle réussit et réussira d’avantage à inverser cette tendance et celle à l’inégale répartition géographique de l’eau, l’osmose inverse n’est pas parfaite. En effet, si l’osmose inverse offre à l’eau l’opportunité d’une équirépartition, cette dernière ne lui rend pas vraiment. Peu chargée en ions, l’eau produite en aval nécessite une reminéralisation après désalinisation pour devenir propre à la consommation. En amont, l’eau salée doit être prétraitée au chlore pour allonger la durée de vie des membranes (3 ans pour une membrane bien entretenue), ce qui allonge également les investissements. De plus, le retentat qui contient tout le sel est quant à lui trop concentré en sel. Impropre à l’utilisation agricole, cette eau est alors perdue, et pas en faible quantité. Enfin, même si l’énergie consommée reste plus faible que pour des installations de distillation, la pompe de gavage reste encore trop gourmande en énergie.

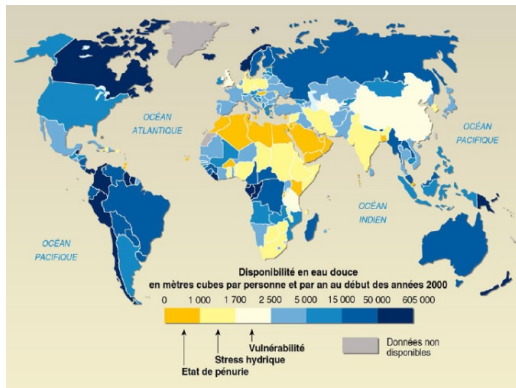


FIGURE 3 – Principe de l’osmose et de l’osmose inverse extrait de [Rekacewicz (2008)]

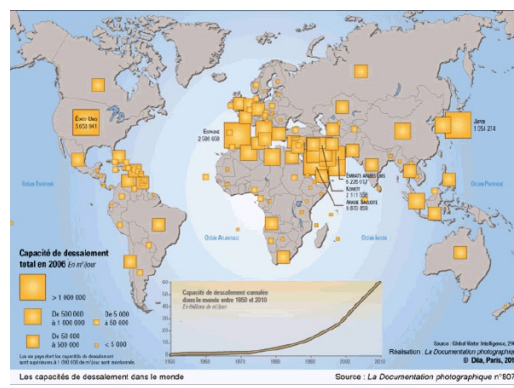


FIGURE 4 – Les capacités de dessalement dans le monde extrait de [Artimain]

Finalement, l’osmose inverse apparaît comme une technique qui inverse les tendances mais qui n’est pas parfaite. En effet, actuellement la moins coûteuse en énergie, cette technique pose tout de même des problèmes liés aux rejets dans l’environnement. L’impact de ces derniers n’est pas négligeable et fait actuellement l’objet de recherches sur les membranes, notamment en termes de membranes, pour permettre à cette technologie de s’affirmer comme étant le moyen durable et incontournable pour répondre à la problématique de l’accès à l’eau potable.

L’osmose inverse a donc tout le potentiel pour s’imposer définitivement, du moins dans la mesure où une nouvelle technique ne vient pas détrôner précocement son tout récent statut de favori. Car à la vitesse où se propage l’onde du progrès, l’osmose inverse n’est pas à l’abri d’un inversement de situation, et au vu des investis-

sements actuels, la note risquerait d’être salée...

## Références

[Rekacewicz (2008)] Rekacewicz P. : Disponibilité en eau douce. Le Monde Diplomatique. <http://www.monde-diplomatique.fr/cartes/disponibiliteeau>

[Artimain] <http://artimain-tpe-desalinisation.emonsite.com/pages/premiere-partie/la-desalinisation-un-recours-a-la-penurie-d-eau-annonce/>

[Ecotoxicologie] <http://www.ecotoxicologie.fr/Dessalement.php>

[Wikipédia] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Osmose\\_inverse](http://fr.wikipedia.org/wiki/Osmose_inverse)

[La Recherche] <http://www.larecherche.fr/savoirs/dossier-special/dessalement-est-il-ecologique-01-07-2008-89289>