

Désalinisation : eau douce, facture salée pour le climat

Jean-Baptiste Dupin, Directeur scientifique Zenon, Vincent Baliros, Analyste Zenon

Le stress hydrique ne se limite plus aux régions désertiques, au Moyen-Orient ou à l'Afrique du Nord. Sous l'effet du réchauffement climatique, il devient un enjeu croissant dans d'autres régions du monde, notamment en Europe. En 2025, environ 3,6 Md de personnes auraient déjà souffert d'un accès insuffisant à l'eau, ce pourrait être 5 Md d'ici 2050.

Face à cette pression croissante sur les ressources en eau, une solution s'impose progressivement dans les stratégies nationales des pays concernés : la désalinisation de l'eau de mer. La production mondiale d'eau dessalée est ainsi passée d'environ 10 Mm³ par jour en 1990 à près de 120 Mm³ par jour aujourd'hui. Cette technologie permet désormais à certains pays, comme le Koweït et Oman, de couvrir l'essentiel de leurs besoins en eau potable par la désalinisation, à hauteur respectivement de 90 % et 86 %.

Les technologies de désalinisation sont de deux types : séparation par évaporation et par membrane :

La distillation thermique repose sur l'évaporation puis la condensation d'eau. Solution technologique ancestrale, il en existe différentes variantes (distillation multi-flash (MSF), multi-effets (MED), etc.) cherchant à réduire la consommation énergétique du procédé (>7 kWh/m³). Elles produisent une eau de haute pureté (nécessitant d'être reminéralisée) et ne dépendent pas de la salinité de l'eau de mer. Elles sont très déployées dans le Golfe où l'énergie est moins chère.

Les méthodes par membrane (osmose inverse (RO), électrodialyse (ED), etc.) sont plus efficaces énergétiquement (2,5-6 kWh/m³). Parmi elles, la RO constitue aujourd'hui la technologie dominante, tant en termes de capacité installée que de nouvelles unités mises en service.

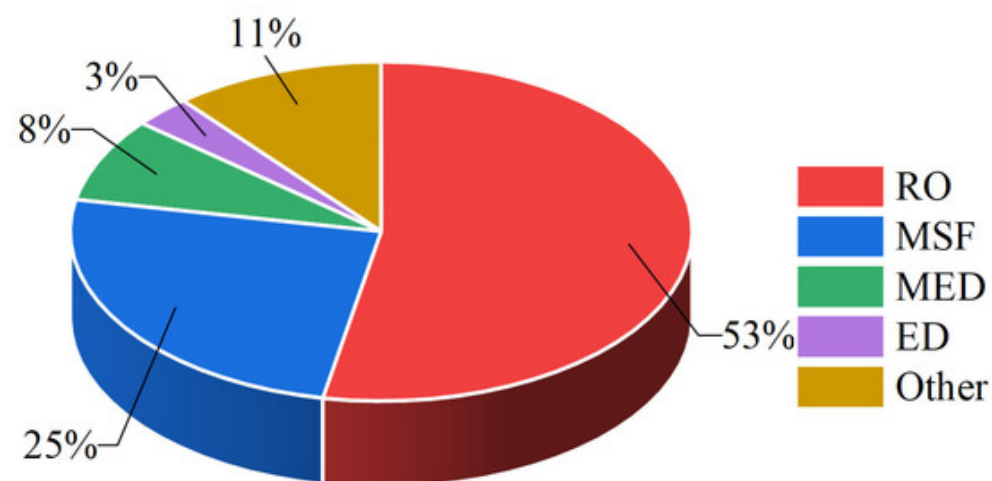


Figure 1 : Répartition des capacités mondiales installées par technologie (Zhang et al., 2024)

Au-delà de la consommation énergétique, que chaque nouvelle technologie cherche à réduire, ce sont le coût de l'eau et les émissions de GES associées qui pourraient refléter la soutenabilité de la désalinisation de l'eau de mer. A l'échelle mondiale, cette production intensive émet au moins 120 MtCO2/an d'après des études du début des années 2020 et pourrait, d'après une étude de la Banque mondiale, augmenter jusqu'à émettre 400 MtCO2/an en 2050 si les énergies restent d'origine fossile.

Les solutions de décarbonation du mix énergétique de la désalinisation sont multiples. La première piste déployée consiste à électrifier le procédé et de reposer sur une électricité décarbonée. La seconde piste repose sur la production d'électricité décarbonée locale. Des projets de désalinisation (comme celui de Sakaka en Arabie Saoudite) démontrent que les énergies renouvelables (solaire) peuvent désormais être compétitives sur le plan économique face aux combustibles fossiles. La dernière piste, prometteuse pour la désalinisation par évaporation, consiste à coupler une source de chaleur décarbonée au procédé-même d'évaporation, via le solaire thermique, la géothermie ou les SMR.

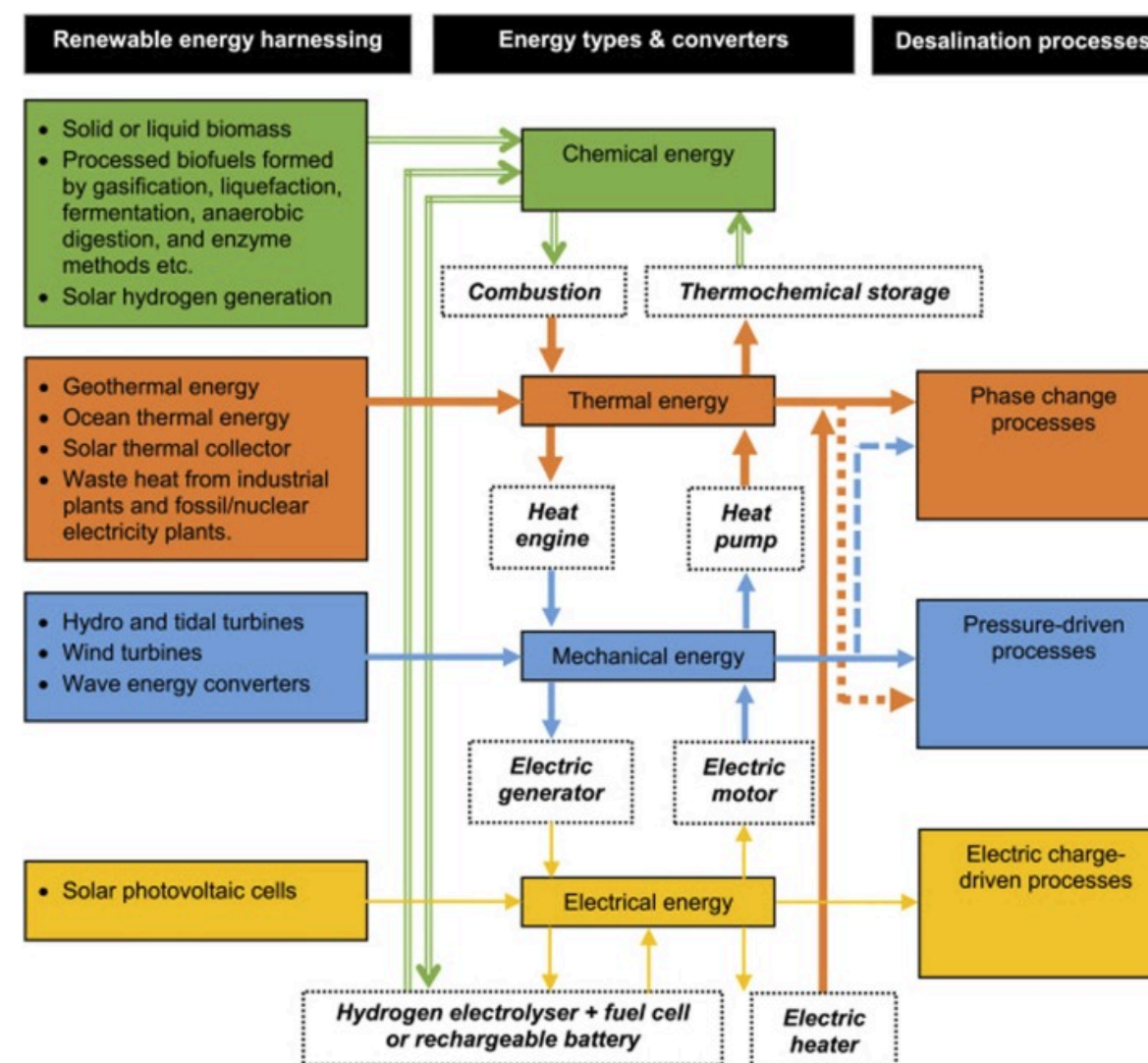


Figure 2 : Options de couplage entre désalinisation et énergies renouvelables (Ben Rouane et al., 2025)

En l'état actuel des technologies et des sources d'énergie utilisées, la désalinisation de l'eau de mer est un pis-aller : elle atténue localement le stress hydrique mais accroît la dépendance énergétique, transformant une crise de ressource en crise climatique et énergétique, surtout dans les pays dépendant des fossiles. Avant de le développer, les États doivent maîtriser la demande, réduire les pertes et explorer des alternatives géopolitiques.