

Osmose à pression retardée

https://fr.wikipedia.org/wiki/Osmose_%C3%A0_pression_retard%C3%A9e

L'**osmose à pression retardée** (aussi désignée par le sigle PRO, de l'anglais *pressure-retarded osmosis*) est une méthode de séparation membranaire basée sur l'osmose et utilisée pour produire de l'énergie en utilisant de l'eau douce et de l'eau salée. L'eau douce peut provenir d'une rivière et l'eau salée de la mer. L'énergie obtenue est appelée énergie osmotique.

Principe. L'eau salée passe dans un compartiment séparé par une membrane semi-perméable d'un autre compartiment où passe de l'eau douce. La concentration en sel dans le compartiment de l'eau salée étant supérieure à celle dans le compartiment de l'eau douce, l'eau pure migre par osmose à travers la membrane vers le compartiment d'eau salée. Ce transfert augmente la quantité de liquide présente dans le compartiment d'eau salée, ce qui se traduit par une élévation de la colonne d'eau. Le phénomène se poursuit tant que la différence de pression hydrostatique entre les deux compartiments n'atteint pas une valeur limite (limite théorique avec l'eau de mer : 2,7 MPa, soit 27 bars). La différence de pression entre les deux compartiments est exploitée pour faire tourner une turbine productrice d'électricité. Dans la pratique, on envisage d'opérer avec une surpression de 1 MPa (10 bars), ce qui correspond à peu près à une colonne d'eau de 100 m de haut ; un débit d'eau douce de 1 m³/s générerait alors 1 MW.

Avantages. Les avantages sont que les sources sont pratiquement illimitées (eau de mer et eau de rivière) et que le procédé ne génère que de l'eau saumâtre comme déchet.

Limites. Dans l'état actuel de la technologie, la surface de membrane nécessaire est de 200 000 à 250 000 m² par mégawatt ; la réalisation de ces membranes est une des difficultés pour le développement de cette technique. Les coûts élevés de production et les faibles capacités des membranes (environ 3 W/m²) constituent un frein à son développement.

<https://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/osmose-Bocquet.xml>

L'osmose ou comment extraire l'énergie dans l'eau salée, janvier 2015. Culture Sciences Physique.

LES PROBLEMES DE RENDEMENT. Les premiers tests grandeurs nature ne donnent pas encore satisfaction. La grosse difficulté est posée par les membranes. La puissance est le flux d'eau fois la différence de pression, or ici la différence de pression est gigantesque mais pour que le sel ne traverse pas mais que l'eau traverse, il faut avoir une membrane qui a des pores nanométriques jusqu'à subnanométriques. Avec des pores si petits, la perméabilité de la membrane est extrêmement faible ainsi le flux de l'eau traversant la membrane est très faible et la puissance que l'on peut récupérer de ce système se mesure en quelques W/m² de membrane, ce qui n'est pas suffisant pour rendre le processus commercialement rentable (de l'ordre de 5 W/m²). Ce rendement a pu être atteint en utilisant des saumures issues de puits très profonds où la salinité de l'eau dépasse largement 1 à 2 mol.L⁻¹. Par contre l'eau de mer qui est à 0,6 mol.L⁻¹, n'est pas suffisante pour créer assez d'énergie avec ces membranes. Donc comme la membrane est le point clé et qu'elle n'a, pour l'instant, pas été optimisée, on peut se demander si la connaissance du transport de fluide aux nano-échelles ne peut pas proposer des solutions nouvelles.

LES OPPORTUNITES DONNEES PAR LES NOUVEAUX MATERIAUX. La bonne nouvelle est que de nouveaux matériaux font parler d'eux dans la littérature et semblent permettre de révolutionner ce domaine. Dans un article paru dans la revue Science en 2006, les auteurs [Holt et al, 2006] ont fabriqué des membranes à base de nanotubes de carbone de 1 à 2 nanomètres de rayon. Ils ont mesuré la perméabilité de ces membranes, c'est-à-dire le flux pour une différence de pression donnée et ont trouvé qu'elle est jusqu'à 4 ordres de grandeur plus grande que ce que l'on attend par l'équation de Navier-Stokes. On a pu montrer récemment que le nanotube de carbone est très particulier. Il possède une surface qui a une interaction assez neutre avec l'eau, mais les frottements entre les molécules d'eau et la matrice de carbone sont anormalement faibles. Cela vient du fait que la structure de l'eau est incommensurable par rapport à la structure du carbone. C'est comme si les deux structures ne s'appareillaient pas, ce qui réduit le frottement, exactement comme dans le cas d'un frottement solide-solide mais vu ici entre un fluide et un solide.