

Les trois quarts de la surface de notre planète sont recouverts d'eau mais d'eau salée malheureusement. Il n'empêche, ces réservoirs inépuisables que sont les océans font rêver et s'il était possible de transformer cette eau salée en eau douce ? Cela résoudrait en effet toutes les difficultés de pénurie d'eau que connaissent beaucoup de pays.

En fait, dessaler l'eau de mer de manière à la rendre consommable, c'est possible. On dispose même aujourd'hui de nombreux systèmes dont beaucoup ont atteint le stade industriel. Leur principe est simple.

I. La distillation

Document n°1 : Salinité des eaux

La salinité des eaux marines, mesure la concentration des océans en sels dissous (chlorure de sodium, sulfate de magnésium, carbonate de calcium, etc...). Elle varie d'une mer à l'autre. Les eaux saumâtres, majoritairement souterraines, contiennent, quant à elles, entre 1 et 10g de sels dissous par litre d'eau. Leur composition dépend de la nature des sols traversés.

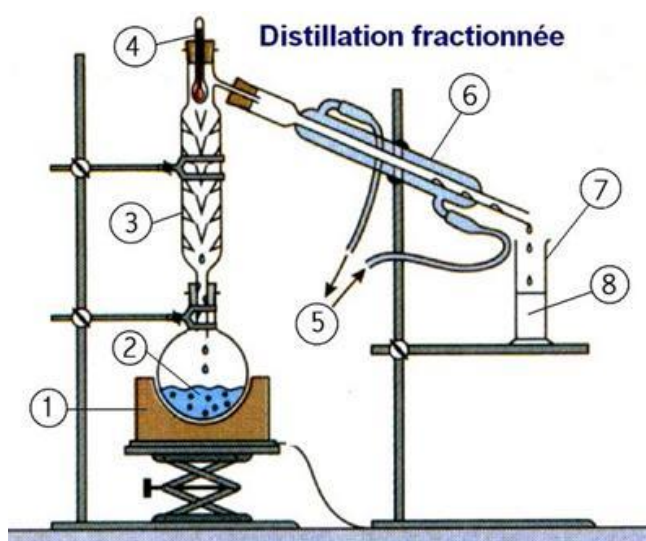
Pour obtenir de l'eau douce à partir de ces eaux salées, des procédés de distillation ont été mis au point.



Document n°2 : La distillation

Dans les procédés de distillation, il s'agit de chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur ainsi produite ne contient pas de sels, il suffit alors de liquéfier cette vapeur pour obtenir de l'eau douce liquide.

L'inconvénient majeur des procédés de distillation est leur consommation énergétique importante. En effet pour transformer un kg d'eau liquide en 1 kg d'eau vapeur à la même température il faut environ 2250 kilojoules (si le changement d'état se fait à 100°C).

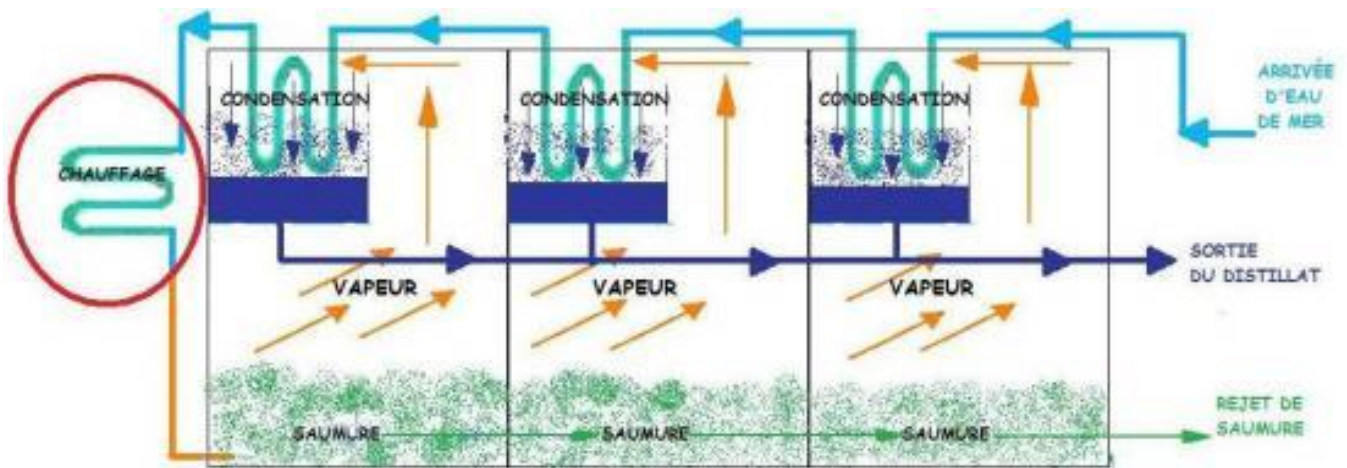


Afin de réduire la consommation d'énergie des procédés industriels, des procédés ont été mis au point : le procédé de distillation à détentes étagées (Multi-Stage Flash distillation MSF) et le procédé de distillation à multiples effets (Multi-Effect distillation MED).

Document n°3 : La distillation multi-flash

La distillation multi-flash est aujourd'hui le procédé le plus utilisé au monde.

Pour ce procédé, l'eau de mer est envoyée dans des conduits au bout desquels elle est chauffée à 120 °C, puis elle est ensuite introduite dans un compartiment où règne une pression réduite. L'eau est alors instantanément transformée en vapeur par détente appelée Flash. La vapeur ainsi créée va monter au contact des premiers conduits dans lesquels passent l'eau de mer. Les conduits sont assez froids ce qui provoque la liquéfaction de cette vapeur qui est alors récupérée à l'état liquide. Pour l'eau qui ne s'est pas évaporée dans ce compartiment, elle est récupérée puis transférée dans un deuxième compartiment du même type mais avec une pression atmosphérique encore plus basse. Et ainsi l'opération est répétée plusieurs fois à la suite (d'où le nom de multi-flash). Il existe des usines de dessalement dans lesquelles l'opération se répète dans 40 compartiments.



- Prélever environ 100 mL de la solution d'eau salée que l'on place délicatement dans le ballon.
- Ouvrir délicatement le robinet pour lancer la circulation d'eau froide et monter la température du chauffe ballon au maximum.
- Maintenir l'ébullition pendant une demi-heure au moins.
- Après 30 minutes d'ébullition, on fait l'analyse du distillat pour déterminer s'il s'agit bien d'eau pure. On porte à ébullition le distillat et on observe la température d'ébullition :
 $T_{éb} = \dots\dots\dots$

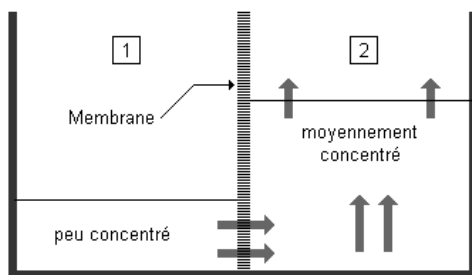
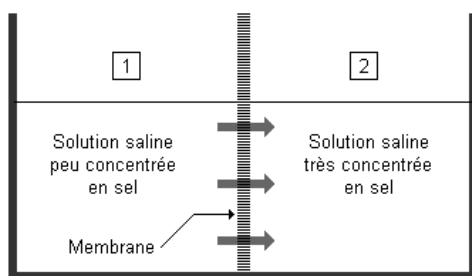
- 1°> Indiquer la température mesurée par le thermomètre pendant l'ébullition. Cela paraît-il cohérent et que peut-on dire de la nature du distillat ? (justifier votre réponse)
- 2°> Compléter le schéma du document n°2.
- 3°> Quel est le rôle de la verrerie n°6 ? de la verrerie n°3 ?
- 4°> Quelle est la différence entre une eau de mer et une saumure ?
- 5°> Pourquoi l'eau est instantanément transformée en vapeur dans la distillation multi - Flash ?
- 6°> Justifier qu'un post-traitement avec reminéralisation de l'eau récupérée est nécessaire pour la rendre potable ?

II. L'osmose inverse

Document n°4 : Osmose

Lors du phénomène d'osmose, seul les molécules d'eau de la solution faiblement concentrée traversent spontanément la membrane semi-perméable pour rejoindre l'eau fortement concentrée afin de rétablir l'équilibre des concentrations.

Le niveau de l'eau monte et devient une solution de plus en plus diluée se rapprochant du taux moyen de concentration de sel des deux solutions, jusqu'à atteindre un état d'équilibre appelé équilibre osmotique.

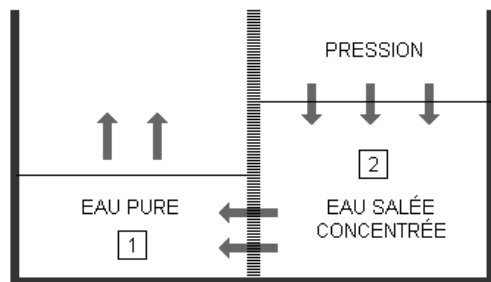
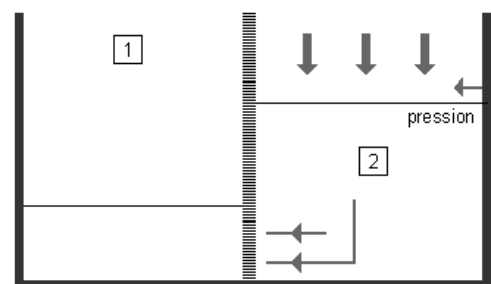


Document n°5 : Osmose inverse

L'osmose inverse, comme son nom l'indique est en fait le même processus inversé.

Le bassin 1 de la figure ne contient pas beaucoup d'eau au départ. En appliquant sur la partie la plus concentrée (bassin 2) une pression, on inverse le sens du courant et on provoque une production d'eau pure à partir de l'eau très saline.

Le sel restera au fond du bassin 2.



- On remplit délicatement la tulipe avec le sirop de menthe et on ferme l'extrémité large de la tulipe avec une membrane semi perméable.
- On renverse le tout dans un bûcher qui contient de l'eau et on place un repère sur le niveau du sirop de menthe.
- Il ne reste plus qu'à attendre.

7°> Schématiser l'expérience.

8°> Que constate-t-on au niveau de la tulipe au bout de quelques minutes ?

9°> Quel est alors la substance qui traverse la membrane semi perméable ?

10°> Que se passerait-il si l'on remplaçait le sirop de menthe par de l'eau salée ?

11°> Le dessalement de l'eau de mer est-il réalisé par osmose ou par osmose inverse ? justifier.

12°> Pourquoi les usines de dessalement par distillation ont-elles, selon vous, une empreinte énergétique plus défavorable que les procédés par osmose inverse ?