

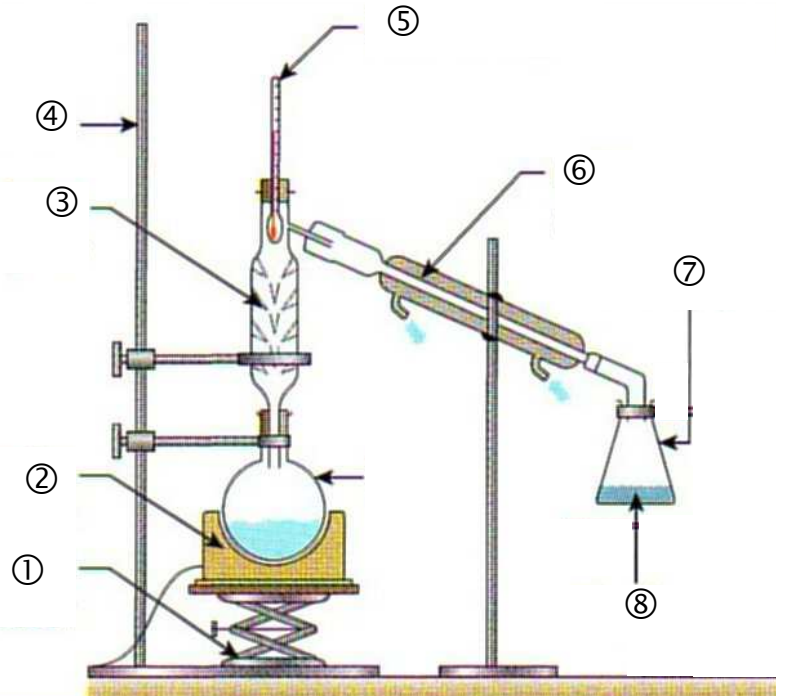
Le professeur va vous montrer un extrait du journal télévisé.

Pratique expérimentale

I. Distillation d'eau de mer :

Réaliser la distillation d'eau de mer.

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥
- ⑦



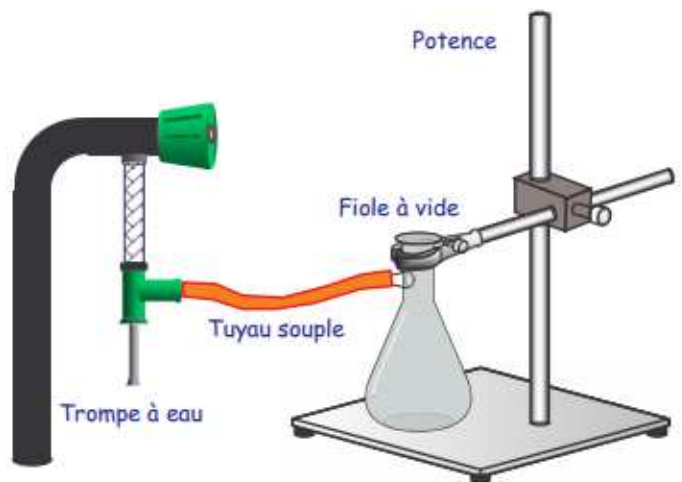
- ⑧

II. Osmose :

Le professeur va vous présenter cette expérience.

III. Vaporisation de l'eau : →

Mettre en place le dispositif ci-contre.
 Remplir la fiole à vide au $\frac{3}{4}$ avec de l'eau du robinet. Boucher la fiole, puis ouvrir le robinet.



Questions relatives aux expériences : La lecture des documents est nécessaire

- Q1. Légender le montage de distillation.
- Q2. Proposer puis réaliser une expérience permettant de mettre en évidence l'intérêt de la distillation d'eau de mer. Tout le matériel usuel du laboratoire et tous les réactifs sont à votre disposition.
- Q3. Décrire l'expérience illustrant l'osmose. Noter vos observations puis les interpréter.
- Q4. Décrire et interpréter vos observations du III. Citer un passage du document 2 en relation avec cette expérience.

Analyse et synthèse de documents scientifiques

Plus d'un milliard de personnes n'a pas accès à l'eau potable aujourd'hui. Les eaux des mers et océans sont des ressources en eau parmi les plus abondantes. Ainsi, de plus en plus d'usines de dessalement de l'eau de mer sont construites dans le monde.
Comment produire de l'eau potable à partir de l'eau salée ?
Quelle est l'empreinte écologique de ces usines à dessalement ?

Document 1 : Salinité des eaux

La salinité des eaux marines, exprimée en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, mesure la concentration en sels dissous (chlorure de sodium, sulfate de magnésium, carbonate de calcium, etc.).

Elle varie d'une mer à l'autre.

La salinité d'une eau est déterminée par mesure de sa conductivité.



Document 2 : Distillations

Le procédé de distillation consiste à chauffer de l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur d'eau produite ne contient pas de sels ; il suffit alors de la condenser pour obtenir de l'eau douce.

Il existe deux grands procédés de distillation :

- la distillation à effet multiple (MED) ;
- la distillation multistage flash (MSF), procédé le plus utilisé dans le monde.

La distillation à effets multiples (MED) (voir fig.1 et sur le PC : *Spe-2-1-Distillations.pptx*)

Dans la première cellule de distillation (effet 1), de l'eau de mer ruisselle ① sur des tubes chauffés grâce à une chaudière. Une partie de l'eau mer est vaporisée ② vers 70°C car la pression dans l'effet 1 est inférieure à la pression atmosphérique. L'eau de mer non vaporisée s'accumule au fond ③ de la cellule. La vapeur d'eau formée est envoyée dans le serpentin ④ de l'effet 2 où règnent une température et une pression plus basses que celles de l'effet 1. La vapeur d'eau est ainsi condensée en eau distillée : cette eau est retirée de la cellule ⑤ grâce à une pompe.

La condensation libère suffisamment d'énergie thermique pour vaporiser en partie l'eau de mer qui ruisselle sur les tubes. La vapeur formée entre ⑥ dans la cellule 3 où le même processus se répète. En pratique, on peut placer en série jusqu'à 6 ou 7 cellules de distillation. Le dernier serpentin est refroidi par l'eau de mer. Il faut 2 à 4 litres d'eau salée pour obtenir 1 litre d'eau douce.

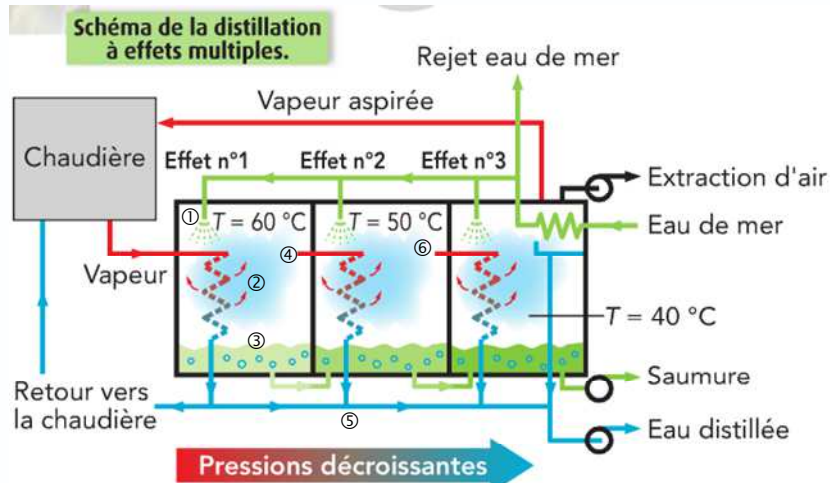


Figure 1

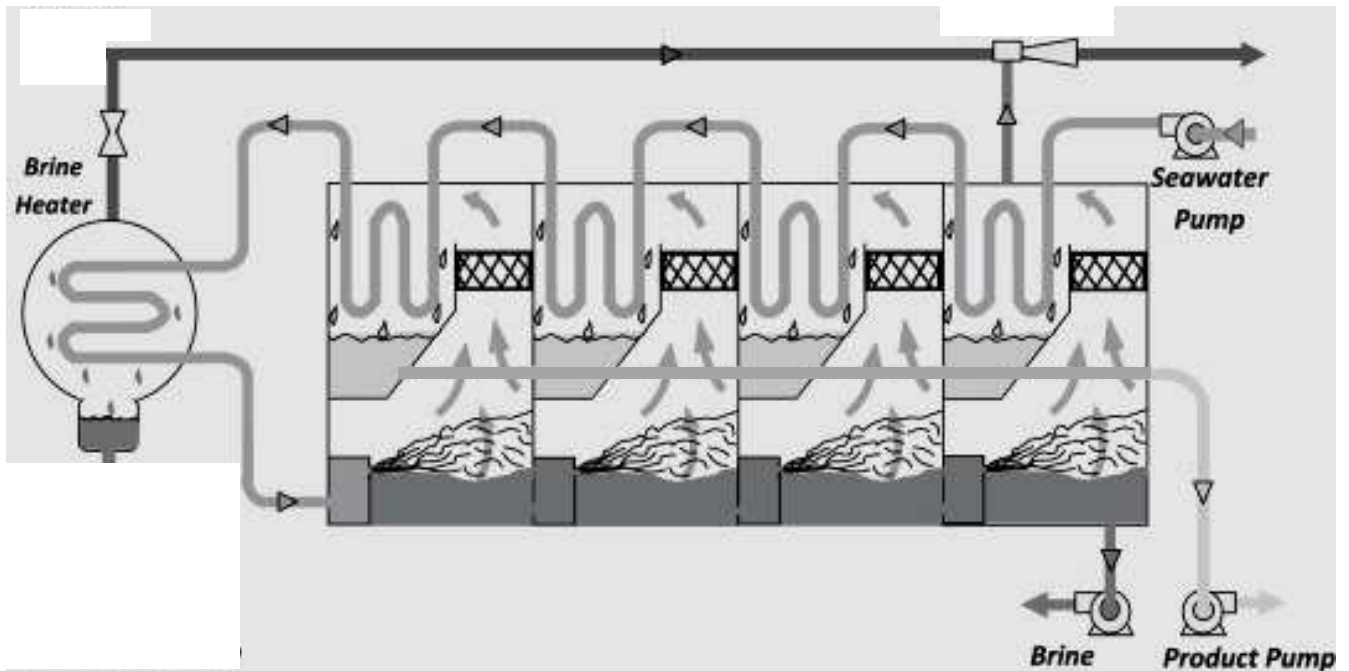
Sur le PC : *Spe-2-1-Distillations.pptx*

La distillation multflash (MSF)

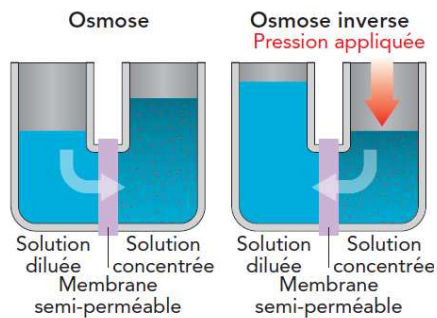
De l'eau de mer est chauffée ① sous pression à 120°C tout en restant liquide. Elle est ensuite envoyée dans une cellule ② où règne une pression réduite. Une partie de l'eau sous pression est immédiatement ③ vaporisée par détente appelée flash. La vapeur d'eau formée monte au contact ④ de conduits froids, où circule l'eau de mer, et se condense ⑤ en eau douce.

Une pompe ⑥ retire alors l'eau distillée de la cellule. L'eau de mer non vaporisée dans la première cellule entre dans une deuxième cellule ⑦ où règne une pression plus faible que celle de la première cellule. Une seconde détente se produit d'où le nom de distillation multflash. Les usines de dessalement MSF peuvent comporter jusqu'à 40 cellules.

Sur le PC : Spe-2-1-Distillations.pptx

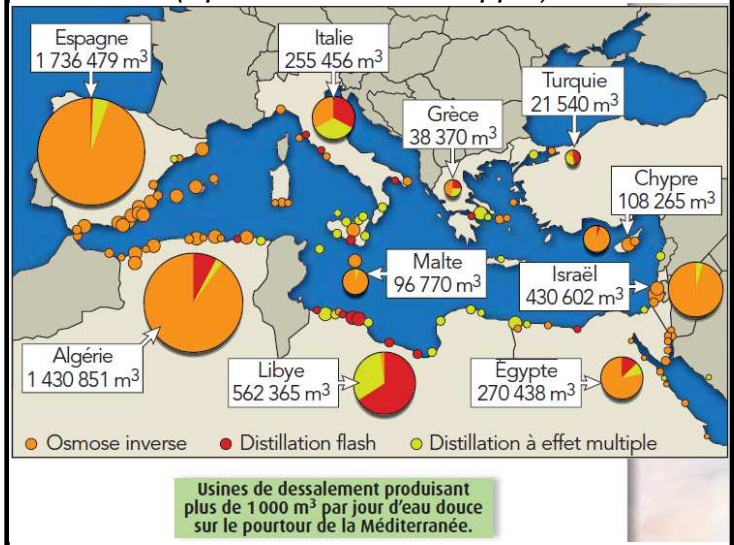


Document 3 : Osmose inverse



L'osmose tend à équilibrer les concentrations de deux solutions par transfert d'eau. Dans les procédés d'osmose inverse, la mise sous pression de l'eau de mer sous 80 bars environ, provoque le transfert de l'eau à travers la membrane semi-perméable. On obtient de l'eau pure dans un compartiment et une solution d'eau salée très concentrée dans l'autre.

Document 4 : Usine de dessalement (Spe-2-1-Distillations.pptx)



Document 5 : Bilan environnemental du dessalement

Les usines de dessalement rejettent des quantités importantes de saumure. Si la température du concentré évacué par le procédé d'osmose inverse n'est pas plus grande que celle de l'eau de mer, elle est de 5 à 15 °C supérieure dans le cas des unités de distillation. D'autre part, pour chaque m³ d'eau potable produite, le procédé d'osmose inverse rejette 1 m³ de saumure, alors que les unités de distillation en rejettent 9. Avec l'osmose inverse, la saumure est deux fois plus concentrée en sel que l'eau de mer, et 10 à 15 % fois plus avec la distillation. En outre, dans les deux cas, les rejets contiennent des résidus chimiques comme les composés chlorés utilisés pour limiter la contamination biologique de l'eau ou le cuivre issu de l'usure des installations. On estime à 300 kilogrammes par jour l'ensemble des rejets de cuivre de toutes les usines à distillation du Golfe.

Ces usines de dessalement sont essentiellement alimentées par des énergies fossiles. Or, les combustibles fossiles présentent pour l'environnement l'inconvénient d'émettre des polluants atmosphériques, notamment du dioxyde de carbone CO₂, des oxydes de soufre et d'azote et des particules solides. Pour produire 1 mètre cube d'eau, une usine MED (Distillation multi-effets) consomme 7,5 kW.h. Plus des trois quarts de cette énergie sert à préchauffer l'eau de mer. Le second procédé est l'osmose inverse. Celui-ci réduit aujourd'hui la consommation totale d'une usine à 4 à 5,5 kW.h par mètre cube d'eau produite.

Analyse et synthèse

1. Qu'est-ce que la salinité d'une eau ? Quelle est la salinité de l'eau de la mer Méditerranée ?
2. Dans le procédé de distillation MED :
 - 2.1. Que devient la vapeur produite dans l'effet 1 lorsqu'elle passe dans le deuxième effet ?
 - 2.2. Lors de ce passage, à quoi sert l'énergie thermique libérée par la condensation ?
3. Qu'appelle-t-on « flash » dans le procédé de distillation multistage ?
4. Sur la figure illustrant le procédé multistage, page 3, placer les numéros ① à ⑦.
5. Justifier qu'un post-traitement avec reminéralisation de l'eau distillée récupérée dans les procédés de distillation est nécessaire pour la rendre potable.
6. Quel est le risque majeur lié aux rejets de saumures dans les mers par les usines de dessalement ?
7. Quels autres rejets sont produits par ces usines ?
8. Pour quelles raisons les usines de dessalement par distillation ont-elles une empreinte écologique plus importante que celles par osmose inverse ?