

# Leçon n°5 : Quelques propriétés physico-chimiques de la matière

*Solubilité dans l'eau et saturation,  
densité par rapport à l'eau,  
comparaison de masses pour un même volume.*

## *Objectifs :*

- Maîtriser les notions de solubilité et de saturation;
- Savoir tester la densité d'un matériau par rapport à l'eau ou l'eau salée et avoir compris ce que le résultat signifie ;
- Introduire la notion de masse volumique ;
- Renforcer la culture générale sur l'eau (cycle de l'eau, marais salants, disponibilité de l'eau potable et désalinisation de l'eau de mer... ).

# Introduction :

*Il est possible de distinguer certains matériaux par leurs propriétés physico-chimiques.*

*On peut se demander :*

- **Quels matériaux peuvent se dissoudre dans l'eau ? Quelle quantité maximale de cette substance puis-je dissoudre ?**

*On teste alors la solubilité du matériau et la quantité nécessaire pour atteindre la saturation.*

- **Quels sont les matériaux qui flottent sur l'eau, quels sont ceux qui coulent ?**

*On teste alors la densité du matériau par rapport à l'eau : les matériaux plus denses que l'eau coulent ; les matériaux moins denses que l'eau flottent.*

- **Comment distinguer le sel du sucre, juste avec une balance ?**

I) Peut-on dissoudre tous les matériaux dans l'eau ?

## A) Protocole expérimental :

*Pour dissoudre une substance, il faut agiter le tube à essais en le bouchant. Tentons de dissoudre différentes substances dans l'eau et observons le résultat. Après chaque tentative de dissolution, remplissons le tableau de résultats.*

### *Vocabulaire :*

L'eau est appelée le SOLVANT.

Lorsqu'une substance peut être dissoute dans l'eau, on dit qu'elle est SOLUBLE dans l'eau.

Sinon, on dit qu'elle est INSOLUBLE.

## B) Résultats expérimentaux :

Substance à dissoudre	poudre de fer	sucre	sel	bois	farine	sulfate de cuivre	plastique
SOLUBLE		X	X			X	
INSOLUBLE	X			X	X		X

## C) Conclusion :

- Les métaux, les plastiques, le bois et la farine sont insolubles dans l'eau. On ne peut pas dissoudre ces substances dans l'eau. A l'œil nu, on distingue facilement les différents constituants du mélange obtenu.
- Le sel, le sucre et le sulfate de cuivre sont solubles dans l'eau. Une fois la substance dissoute, on ne voit plus qu'un seul liquide.

## Expérience complémentaire au bureau :

Peut-on dissoudre autant de sel que l'on veut dans un litre d'eau ?

1L d'eau + 100 g de sel	1L d'eau + 200 g de sel	1L d'eau + 300 g de sel	1L d'eau + 400 g de sel
Dissolution <b>possible</b>	Dissolution <b>possible</b>	Dissolution <b>possible</b>	Dissolution <b>impossible</b>

Lorsqu'il n'est plus possible de dissoudre une substance parce qu'il y en a trop, on dit que la solution (*l'eau salée*) est saturée, ou que l'on a atteint la saturation .

*Document : salinité de différentes eaux*

**Salinité:** quantité de grammes de sels dans un kilogramme d'eau salée (g / kg).

Baltique	10 à 15 g de sel par kg d'eau salée
Mer Rouge	42 g de sel par kg d'eau salée
Grand Lac Salé (lac des États-Unis – Utah)	150 g de sel par kg d'eau salée
Mer Morte	300 g de sel par kg d'eau salée

## Activité : Comment fait-on pour récolter le sel ?

Le sel que nous consommons régulièrement à table provient de la mer, où il est dissous dans l'eau.

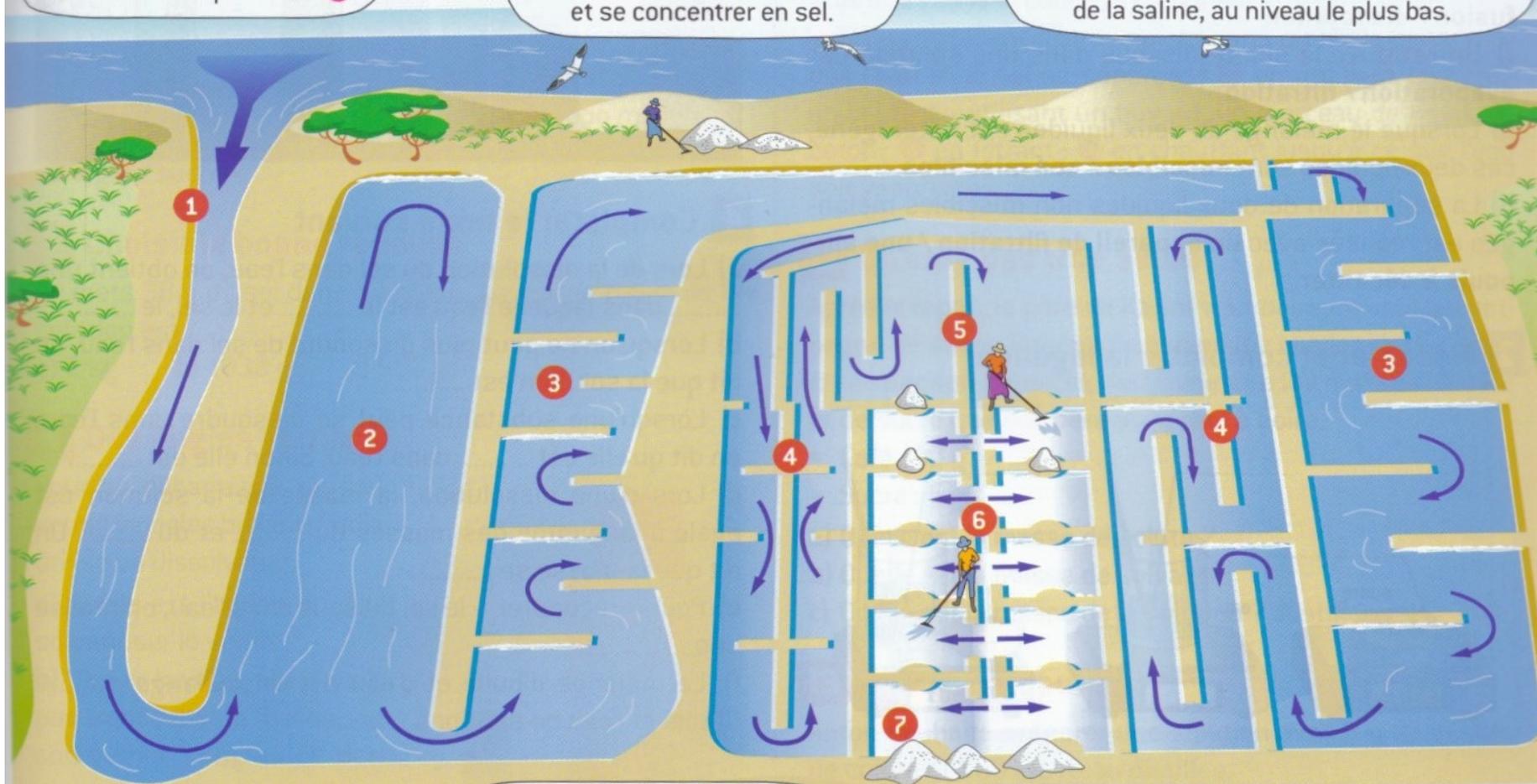
On l'extrait dans **les marais salants**, où l'action du vent et du Soleil accélère le phénomène d'évaporation de l'eau.

*Regardons comment cela fonctionne, puis répondons aux questions posées.*

L'eau de mer pénètre dans le marais par l'étier 1.

L'eau passe dans les fares 4 où elle peut mieux s'évaporer et se concentrer en sel.

L'eau circule dans les adernes 5 qui conduisent l'eau saturée en sel au cœur de la saline, au niveau le plus bas.



L'étier alimente la vasière 2 où l'eau de mer se débarrasse de la vase, des algues... par décantation.

L'eau arrive ensuite dans la métière 3, bassin moins haut et moins profond que le précédent.

L'eau arrive enfin dans les oeillets 6, profonds de quelques centimètres. Là, le paludier, ou saunier, effectue la récolte du sel cristallisé 7. De nos jours, la récolte est le plus souvent mécanisée : de gros engins permettent de récolter le sel.

## Questions

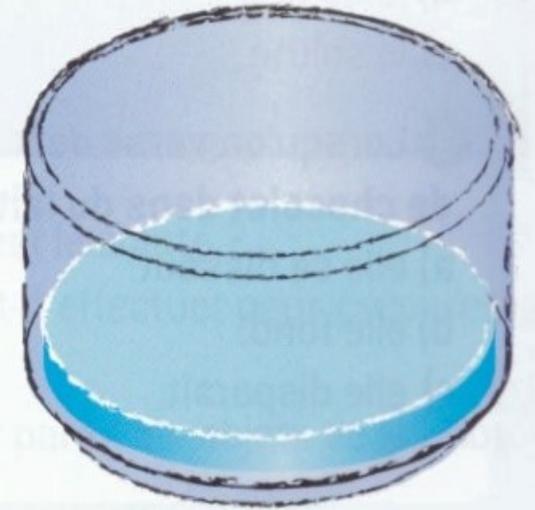


: la réponse est dans le texte

- 1 Quel est le changement d'état qui permet le fonctionnement du marais ?
- 2 Quelles sont les conditions climatiques qui permettent l'extraction du sel de la mer ?
- 3 Dans quelle partie du marais commence-t-on à voir le sel ?
- 4 Peut-on récolter du sel toute l'année ? Pourquoi ?
- 5 Que se passe-t-il s'il vient à beaucoup pleuvoir lors de la récolte du sel ?

## Le carnet du petit chercheur

- L'eau du robinet contient-elle aussi des substances dissoutes ?
- Je réalise l'expérience ci-contre pour avoir la réponse.
- Attendre quelques jours et observer le cristalliseur.
- 
- 
- 



# Réponses aux questions :

- 1) Pour que le sel se dépose, il faut que l'eau soit très concentrée en sel pour dépasser la limite de saturation. Il faut donc que **l'eau s'évapore**. Le changement d'état s'appelle la VAPORISATION.
- 2) Il faut qu'il fasse beau et qu'il y ait du vent.
- 3) Le sel commence à apparaître dans les adernes.
- 4) On récolte le sel en fin d'été, parce qu'il faut qu'il fasse beau.
- 5) S'il pleut beaucoup lors de la récolte, l'eau de pluie dissout le sel et il faut attendre que l'eau s'évapore de nouveau pour pouvoir le récolter.

# Document : comment dessaler l'eau de la mer pour pouvoir la boire ?

<https://www.youtube.com/watch?v=rL29LFP4ud4>

## LA DESALINISATION DE L'EAU DE MER

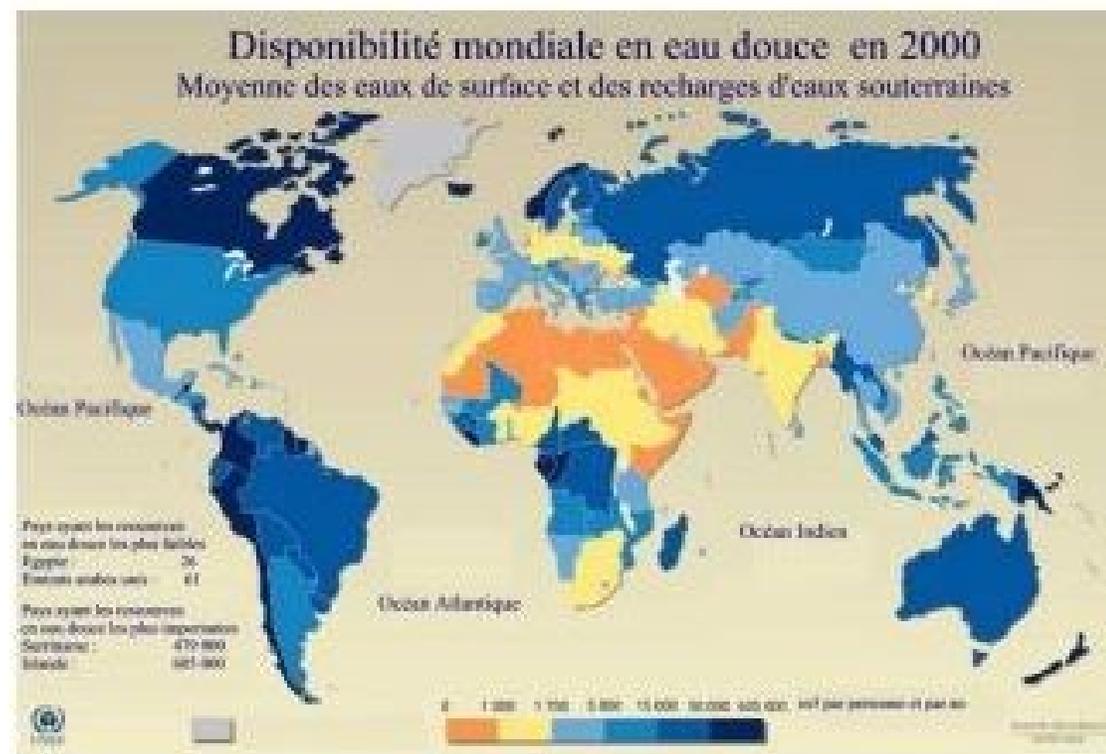
### Principe

Pour l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 1,8 milliard d'êtres humains manqueront d'eau en 2025. Or la plus part des mégapoles se situent sur les côtes et 38% de la population mondiale vit à moins de 100 km des côtes. L'eau est abondante sur terre, elle représente 1380 millions de km<sup>3</sup>.

L'essentiel toutefois est constitué d'eau de mer (97,2 %) et de glace (2,15 %) inutilisables directement.

L'eau douce, facilement disponible (lacs, fleuves, certaines eaux souterraines), ne représente que 0,07 % de la ressource totale soit environ un million de km<sup>3</sup>. Mais la répartition de cette eau est très inégale. En effet, dix pays se partagent 60 % des réserves d'eau douce et vingt-neuf autres principalement en Afrique et au Moyen-Orient, sont au contraire confrontés à une pénurie chronique d'eau douce. Dans ces pays, selon le Water Resources Institute, 250 millions d'individus, ne disposent pas aujourd'hui du minimum vital d'eau défini à 1000 m<sup>3</sup> par habitant et par an. 400 millions de personnes vivent en situation de stress hydrique, estimé entre 1000 et 2000 m<sup>3</sup> par habitant et par an.

Face à ce constat, la désalinisation de l'eau de mer se présente comme étant une solution « miracle » face aux risques de pénurie d'eau. à titre d'information, la salinité moyenne en Mer Méditerranée est de 38g/l.



Face à ce constat, la désalinisation de l'eau de mer se présente comme étant une solution « miracle » face aux risques de pénurie d'eau. à titre d'information, la salinité moyenne en Mer Méditerranée est de 38g/l.

De nombreux systèmes de désalinisation de l'eau de mer ont aujourd'hui atteint une maturité industrielle

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- Une prise d'eau de mer avec une pompe et une filtration grossière ;
- Un pré-traitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte ;
- Le procédé de dessalement lui-même ;
- Le post-traitement avec une éventuelle reminéralisation de l'eau produite.

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement, elle doit alors contenir moins de 0,5 g de sels par litre.

La problématique du rejet de perméat très salé dans le milieu marin soulève cependant de nombreuses interrogations. En effet, l'impact sur les écosystèmes marins du rejet d'une eau très chargée en sel demeure actuellement inconnu, et pourrait avoir des conséquences.

*Usine de désalinisation d'Al Taweelah, Abu Dhabi /*

*Source : <http://www.industcards.com/cc-uae.htm>*





La désalinisation de l'eau de mer peut s'effectuer selon deux méthodes :

### Le principe de distillation :

Le principe de distillation simple est un procédé mis en œuvre depuis longtemps sur les navires, où les moteurs Diesel émettent une quantité significative de chaleur récupérable.

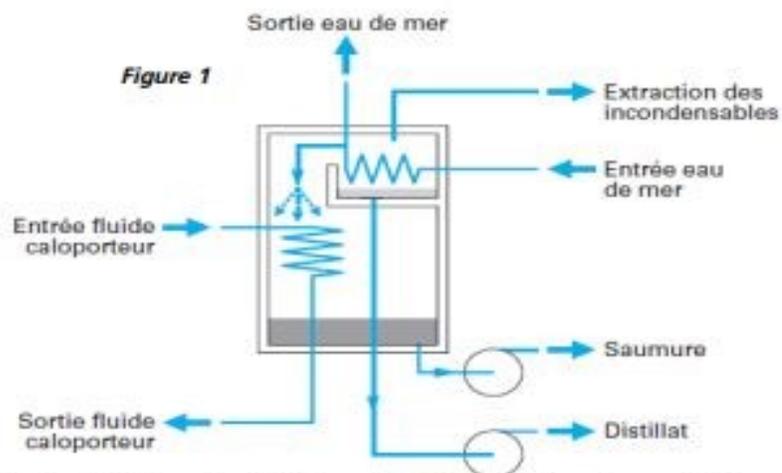
Son principe est simple : il reproduit le cycle naturel de l'eau.

Dans une enceinte fermée, un serpentin de réchauffage porte à ébullition l'eau de mer.

La vapeur produite se condense au contact d'un deuxième serpentin alimenté par l'eau de mer froide.

Un éjecteur (ou une pompe) évacue les gaz incondensables.

Un groupe électropompe soutire l'eau condensée ; un deuxième l'eau de mer concentrée ou saumure. (Schéma 1 : distillation simple).



Une installation de distillation à effet multiple est constituée par la juxtaposition de n cellules fonctionnant selon le principe de l'effet simple.

Le fluide de réchauffage porte à l'ébullition l'eau de mer admise dans la première cellule, qui est aussi la cellule où règne la température la plus haute.

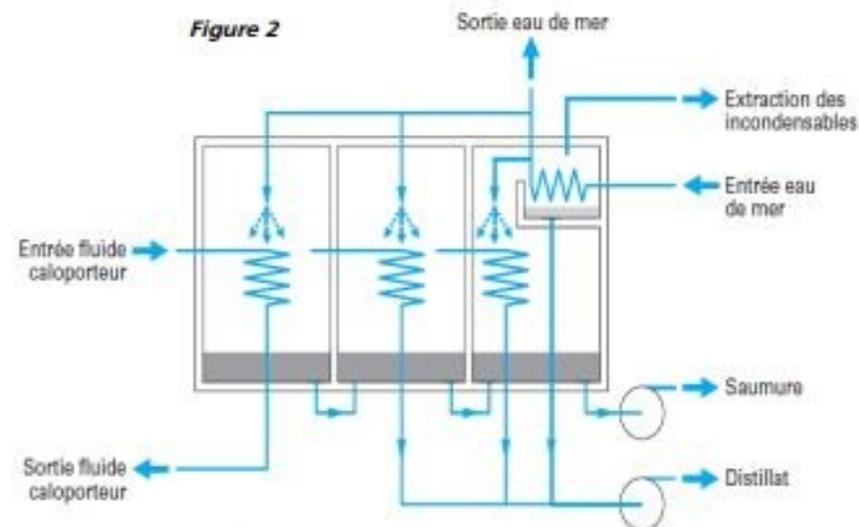
La vapeur émise par l'ébullition de l'eau de mer est transférée dans la cellule voisine, où on maintient une pression légèrement inférieure.

La température d'ébullition diminuant avec la pression, on vaporise l'eau de mer présente dans la deuxième cellule. C'est le deuxième effet. On peut

## RATIONALISER LES USAGES DE L'EAU ET MAÎTRISER LES REJETS

### LA DESALINISATION DE L'EAU DE MER

évidemment répéter l'opération plusieurs fois, la limite basse étant donnée par la température de l'eau de mer froide. (Schéma 2 : distillation à effet multiple).



- Avantages de la distillation :
  - Production en théorie d'eau pure
  - Salinité comprise entre 20 et 80 mg/l (très en-dessous des recommandations de l'OMS)
  - Une consommation énergétique indépendante des variations de salinité
  - Possibilité de récupérer la chaleur générée (couplage avec moteur Diesel, ou avec turbine à gaz, ou avec une centrale thermique)
- Inconvénients de la distillation :
  - Sélection des matériaux, notamment en lien avec la problématique de la corrosion
  - Attention particulière aux gaz incondensables
  - Prétraitement en trois étapes : chloration, filtration, antitarte.



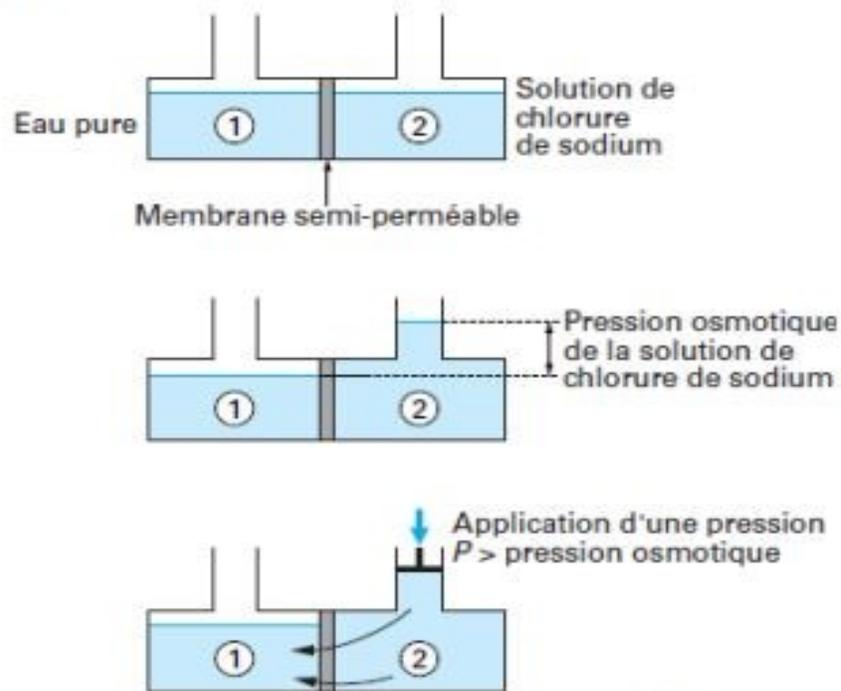
### Le principe de l'osmose inverse :

Le procédé de l'osmose inverse est basé sur la propriété des membranes semi-perméables de laisser passer l'eau tout en arrêtant les sels dissous.

Le schéma ci-contre met en évidence ce phénomène : une membrane semi-perméable divise un récipient en deux compartiments.

Dans le premier compartiment (1), on verse de l'eau pure, dans le deuxième (2) une solution de chlorure de sodium.

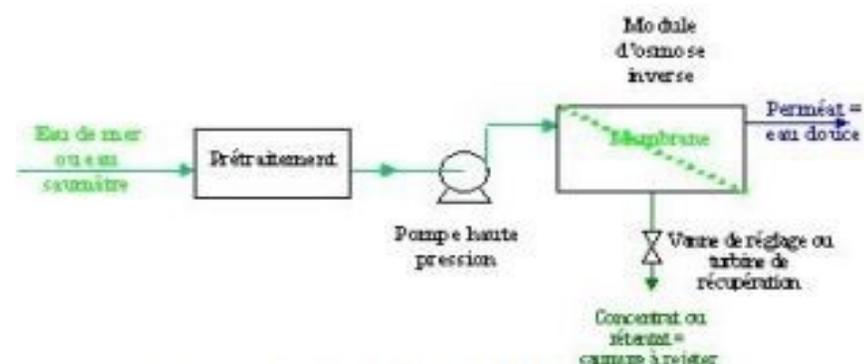
Les niveaux sont identiques dans les deux compartiments au début de l'expérience.



Principe de l'osmose inverse

On observera alors que l'eau circule de 1 vers 2.

À l'équilibre, il en résulte une différence de niveau entre 1 et 2, qui met en évidence la pression osmotique de la solution de NaCl.



Éléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse /

Source <http://culturesciences.chimie.ens.fr>

- Avantages de l'osmose inverse :
  - L'unité d'osmose inverse est modulaire
  - Consommation d'eau moins importante
  - L'électricité comme source d'énergie.
- Inconvénients de l'osmose inverse:
  - Prétraitement
  - La salinité du perméat de l'ordre de 500mg/l

## **L'osmose inverse -**

Si on applique une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose diminue. Puis lorsque la pression est suffisante, le flux de transfert va s'annuler (on peut définir ainsi la pression osmotique). Une augmentation de pression au-delà de cette valeur va se traduire par un flux d'eau inversé de la solution concentrée vers la solution diluée : c'est l'osmose inverse.

Ainsi, lorsque l'eau de mer est poussée grâce à une forte pression (entre 50 et 80 bars) à travers une membrane, le sel et les impuretés sont piégés par la membrane et seules, les molécules d'eau peuvent la traverser, fournissant de l'eau douce. Le diamètre des pores des membranes d'osmose inverse sont de l'ordre du millièème de micromètre.

## II) Plus dense ou moins dense que l'eau ?

Lorsqu'on introduit un matériau dans l'eau, il peut couler ou flotter. Cela est dû à sa densité par rapport à l'eau.

Par définition, la densité de l'eau est égale à 1.

- Si le matériau est plus dense que l'eau, cela veut dire qu'un volume donné de ce matériau a une masse plus grande que celle du même volume d'eau liquide. Le matériau est trop lourd, il coule au fond du récipient car il est plus dense que l'eau.

- Si le matériau est moins dense que l'eau, cela veut dire qu'un volume donné de ce matériau a une masse moins grande que celle du même volume d'eau liquide. Le matériau est léger, il flotte à la surface car il est moins dense que l'eau.

## A) Expérience :

Réalisez le test de densité sur les matériaux de votre boîte et remplissez le tableau de résultats :

Matériau	Bois	PET (jus de fruits)	PS (yaourt)	PEHD (lait)	Aluminium	Caillou en granite	Pierre ponce	verre
Résultat : Flotte (F) ou Coule ( C)	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>F</b>	<b>C</b>
Plus dense ou moins dense <u>que l'eau</u> <u>douce ?</u>	Moins dense	Plus dense	Plus dense	Moins dense	Plus dense	Plus dense	Moins dense	Plus dense

PET, PS et PEHD sont des matières plastiques souvent utilisées pour les emballages : polyéthylène téréphtalate PET (n°1), polystyrène PS (n°6) et polyéthylène haute densité PEHD (n°2). **Les emballages en plastique, recyclables, doivent être jetés dans la poubelle bleue.**

## B) Observations :

- Les métaux et le verre **coulent** : ils sont **plus denses** que l'eau. Leur densité est **supérieure** à 1.
- Certains minéraux **flottent** (pierre ponce), d'autres **coulent** (granite).
- Certains plastiques **flottent** (PEHD), d'autres **coulent** (PS , PET).

Les matériaux qui flottent sur l'eau douce ont une densité **inférieure** à 1.

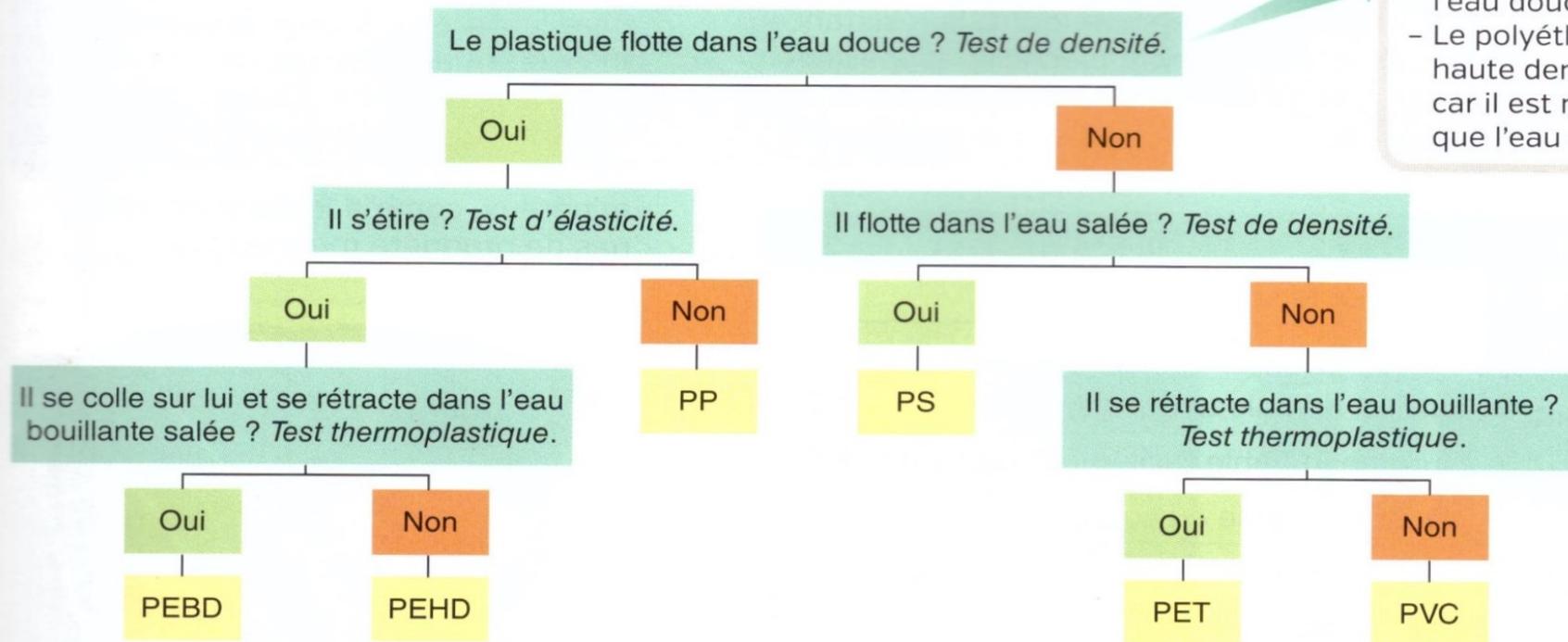
## Activité complémentaire pour les plastiques : test de densité par rapport à l'eau salée.

Matériau	PET (jus de fruits)	PS (yaourt)	PEHD (lait)
Résultat : Flotte ( F ) ou Coule ( C )	C	F	F
Plus dense ou moins dense que <u>l'eau salée</u> ?	Plus dense	Moins dense	Moins dense

Conclusion : Les tests de densité dans l'eau douce et dans l'eau salée permettent de distinguer certaines matières plastiques.

# Activité : comment distinguer deux plastiques ?

Il est possible de différencier des plastiques inconnus en effectuant une série de tests portant sur leurs propriétés physiques.



PP : polypropylène ; PS : polystyrène ; PEBD : polyéthylène basse densité ; PEHD : polyéthylène haute densité ; PET : polyéthylène téréphtalate ; PVC : polychlorure de vinyle.



Test de densité :

- Le polystyrène (à gauche) coule car il est plus dense que l'eau douce.
- Le polyéthylène haute densité flotte car il est moins dense que l'eau douce.

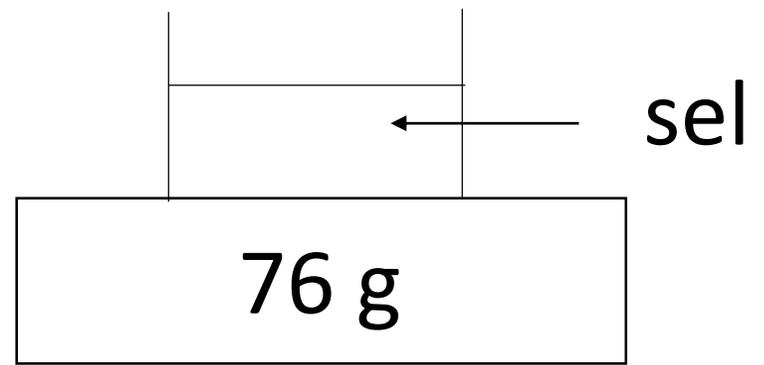
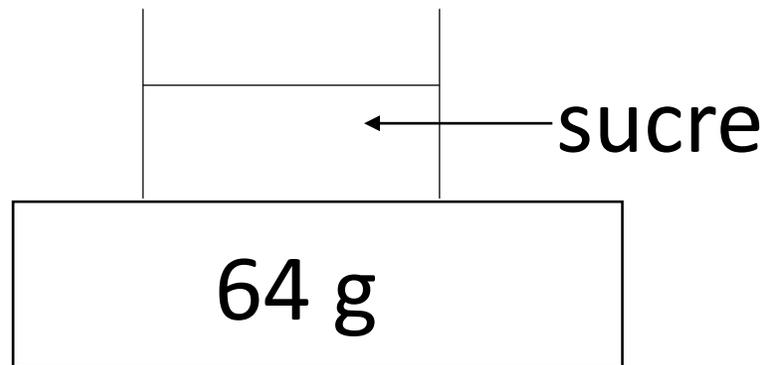
Propose une série d'expériences permettant de caractériser le **polystyrène**. Explique ce que tu dois observer.

## Réponse :

- Faire un test de densité dans l'eau douce avec les 3 plastiques (PS, PET, PEHD). Deux plastiques doivent couler, le PS et le PET. On peut donc éliminer le plastique qui flotte puisque c'est le PEHD.
- Faire un test de densité dans l'eau salée avec les 2 plastiques qui coulaient avant (PS, PET). Un seul plastique flotte : c'est le PS.

### III) Distinguons le sel du sucre par simple pesée :

Mesurons la masse de deux récipients de même volume, remplis jusqu'au même niveau, l'un avec du sucre, l'autre avec du sel.

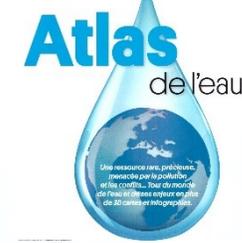


On constate que, pour un même VOLUME, la MASSE est différente.

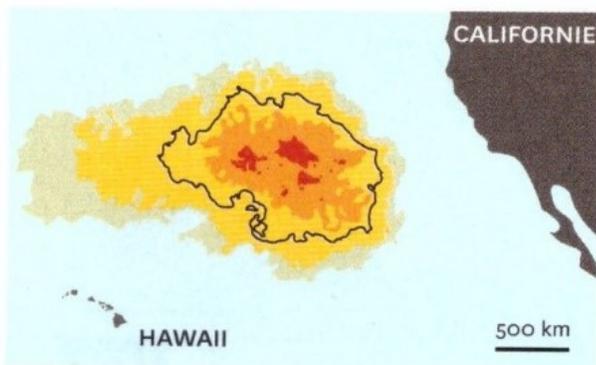
On dit que le sucre et le sel n'ont pas la même **MASSE VOLUMIQUE.**

**Conclusion : On peut distinguer une substance d'une autre grâce à sa masse volumique.**

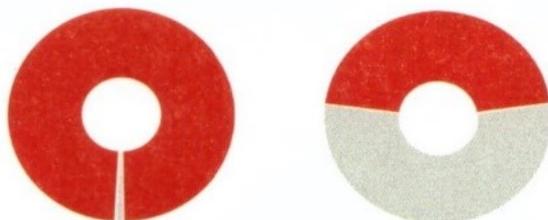
# Une conséquence de l'action de l'Homme : un océan de plastique ...



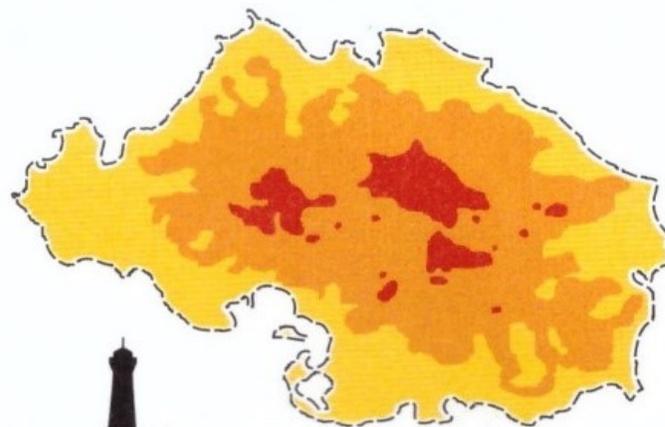
## Zoom sur le grand vortex de déchets du Pacifique nord



Les déchets sont constitués pour **99 %** de plastique pour **46 %** de filets de pêche



Concentration en plastiques, en kg/km<sup>2</sup>  
 ■ 100 ■ 10 ■ 1 --- Limites du vortex



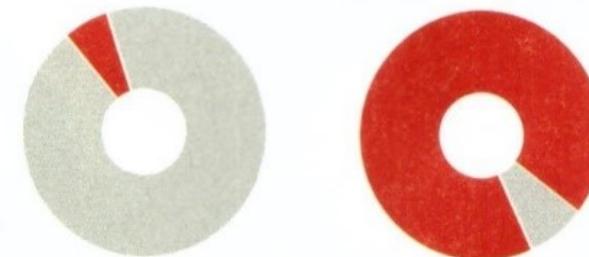
**80 000 tonnes** de plastique : **10 tours Eiffel**



flottent sur une surface de **1,6 million de km<sup>2</sup>** : **3 fois l'Hexagone**

## Les microplastiques représentent

**8 %** en masse **94 %** en quantité



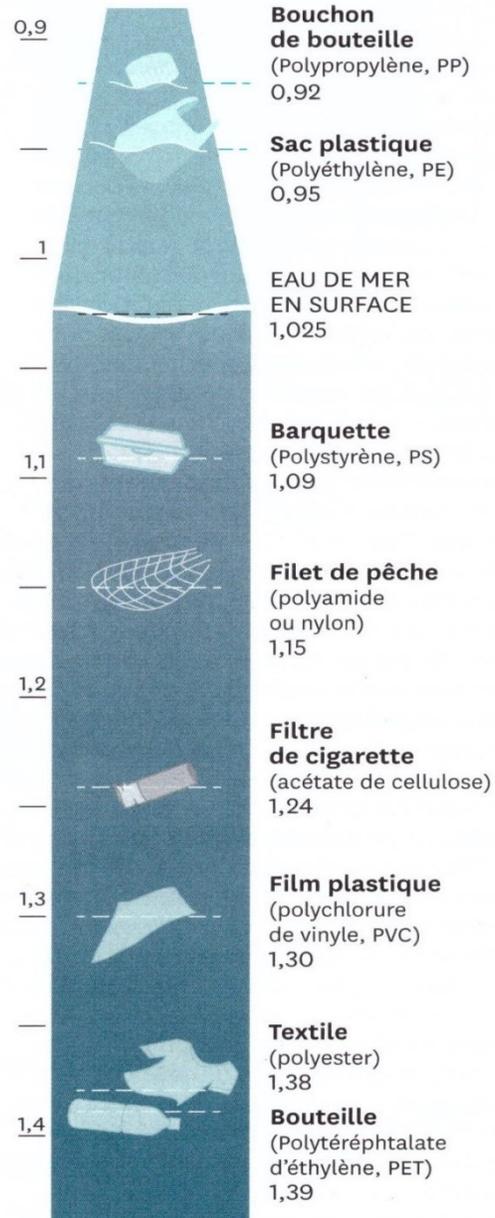
## Les gros déchets sont majoritaires (en %)

sont majoritaires (en %)

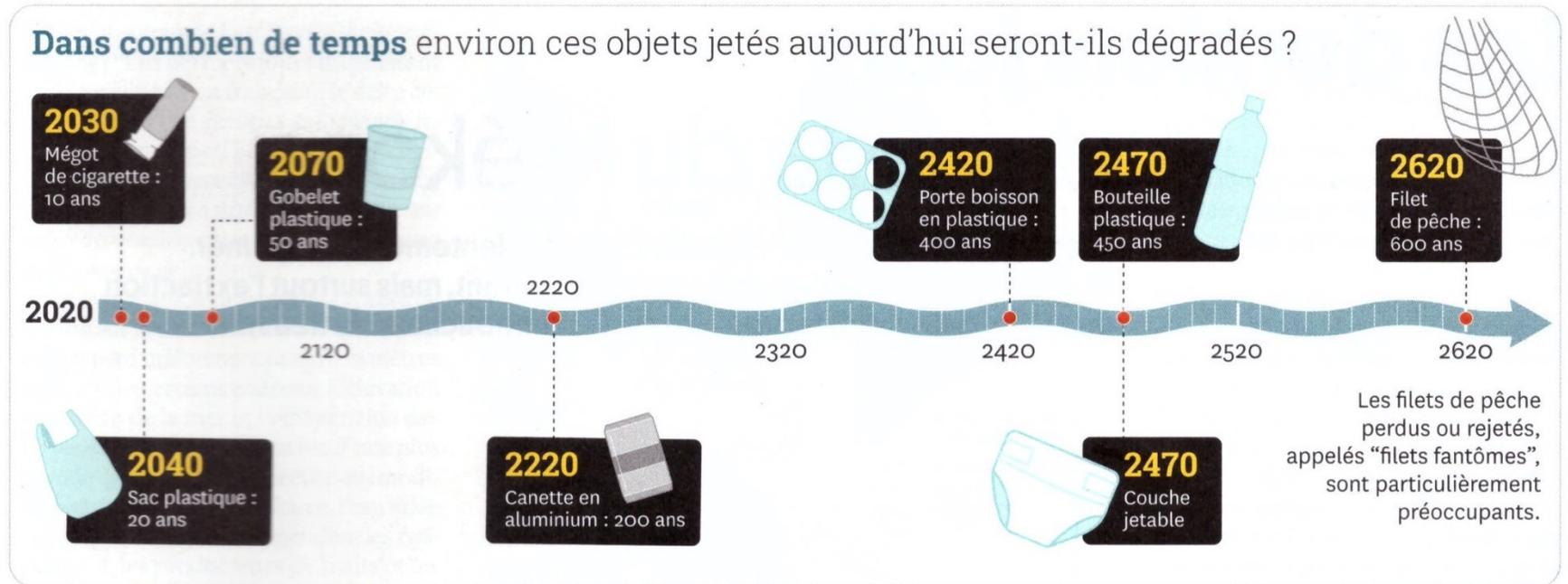


■ MÉGAPLASTIQUE > 50 cm ■ MACROPLASTIQUE 5 - 50 cm  
 ■ MÉSOPLASTIQUE 0,5 - 5 cm ■ MICROPLASTIQUE 0,05 - 0,5 cm

Densité (en g/ml)



Comme les différents plastiques ont des densités différentes, toutes les couches d'eau sont polluées.



On estime que **10 %** de l'ensemble des plastiques produits depuis l'invention de ce matériau auraient terminé leur vie dans les océans.