



Propriétés physiques de l'eau

Chaleur spécifique, chaleurs latentes

Comparée à d'autres molécules, l'eau pure a des températures de fusion et d'ébullition (0 °C et 100 °C au niveau de la mer) relativement élevées. Il faut 4,18 J (une calorie) pour élever la température d'un gramme d'eau liquide d'un degré : cette **chaleur spécifique** de l'eau (4,18 kJ.kg⁻¹K⁻¹) est la plus forte de tous les corps, ammoniac excepté. L'eau peut donc absorber beaucoup de chaleur sans s'échauffer beaucoup, c'est ce qu'on nomme son **inertie thermique**. Lorsque l'eau liquide est parvenue à la température d'ébullition, il faut encore lui fournir 2250 kJ/kg pour qu'elle se vaporise entièrement : c'est ce que l'on appelle la **chaleur latente de vaporisation** (« latente » car tant que l'eau n'a pas été totalement vaporisée, la température n'augmente pas). De même, on définit une **chaleur latente de fusion** (pour la glace), qui vaut 300 kJ/kg (toutes les valeurs sont données pour la pression atmosphérique au niveau de la mer).

Densité

L'eau pure, en se refroidissant, atteint un maximum de densité¹ vers 4 °C (avec une masse volumique de 10³ kg/m³), et gèle à 0 °C. Une masse d'eau douce, en se refroidissant en surface, va donc atteindre sa densité maximale avant d'atteindre son point de congélation.

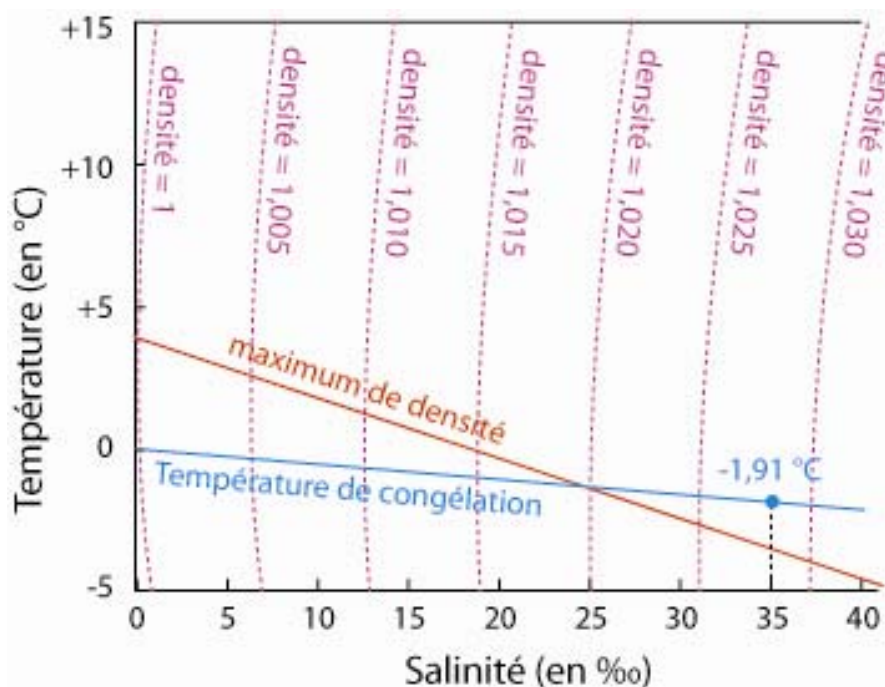


Diagramme température-salinité. La ligne rouge indique le maximum de densité tandis que la bleue marque la température de congélation (en-dessous de cette ligne, l'eau liquide est donc instable). Les courbes mauves du diagramme température-salinité ci-dessous joignent les points d'égale densité. Avec une salinité de 35 ‰, l'eau de mer gèle à -1,91 °C, avant d'atteindre sa densité maximale, contrairement à l'eau pure.

Le comportement de l'eau salée est différent. La présence de sel dans l'eau a plusieurs effets (voir le **diagramme température-salinité** ci-dessus) : à température égale, elle augmente la masse volumique de l'eau. Elle abaisse la température de congélation (c'est pour

¹ On rappelle que la densité d d'un corps est un nombre sans unité correspondant au rapport de la masse volumique de ce corps sur la masse volumique maximale de l'eau pure (1000 kg/m³) : $d = \rho / \rho_{\text{eau}} = \rho / 1000$.

cela que le sel est utilisé pour déneiger les routes en hiver). Elle abaisse également la température du maximum de densité, au point que, pour des salinités typiques de l'eau de mer (35 ‰), la densité n'atteint son maximum qu'à la température de congélation. L'eau de mer de surface va donc pouvoir se refroidir continuellement dans les régions polaires. Lorsqu'elle finit par geler, des molécules d'H₂O sont prélevées pour former la glace², ce qui augmente la salinité de l'eau de l'eau de mer liquide résiduelle : celle-ci peut donc se refroidir davantage encore avant de geler. Il se crée ainsi une masse d'eau très froide et salée, donc très dense.

On vient de le voir, la densité de l'eau de mer à la salinité moyenne de 35 ‰ décroît quand la température augmente (alors que celle de l'eau douce commence par croître de 0 à 4 °C, puis décroître au dessus). Une situation où les couches d'eau superficielles sont nettement moins denses que les couches d'eau au dessous, comme en été, lorsque le Soleil chauffe beaucoup la surface d'une mer calme, est très stable et s'oppose au brassage : un petit volume d'eau s'aventurant vers le bas subit une poussée d'Archimède qui le ramène vers le haut. Ce phénomène est nommé **stratification** (voir les fiches « Pression hydrostatique » et « Température des océans »). A l'inverse, dans l'océan arctique, la formation d'une couche d'eau superficielle très froide et salée crée une situation instable : comme cette eau est plus dense que les couches sous-jacentes, elle va plonger en profondeur (voir la fiche « Circulation thermohaline »).

La glace, ayant une structure plus encombrante que l'eau liquide (où les molécules H₂O peuvent se faufiler dans les interstices laissés par d'autres molécules), a une masse volumique plus faible (900 kg/m³). La glace flotte donc grâce à la poussée d'Archimède et tend à protéger l'eau liquide sous-jacente de la congélation, au lieu de s'accumuler au fond de l'océan. Rappelons que la fonte de la banquise et des icebergs (contrairement à la fonte des inlandsis) n'augmente pas le niveau des mers, puisque le volume de la partie immergée correspond exactement au volume d'eau liquide produit par la fusion de toute la glace (voir la fiche « Variations du niveau de la mer »).

Vitesse du son

La vitesse du son dans l'eau est de 1,5 km/s. Le SONAR exploite la réflexion des ondes sonores pour déterminer la distance des obstacles sur la trajectoire d'un sous-marin. La tomographie sous-marine, également basée sur un couple émetteur-récepteur, exploite la variation de la vitesse du son avec la température, la pression et la salinité pour étudier l'eau océanique, de manière analogue à la façon dont la sismologie étudie la structure de la Terre.

Exercice 1 (épreuve 2010) : Les océans peuvent absorber une grande quantité d'énergie solaire sans augmentation significative de la température de l'eau. C'est principalement parce que :

- A) le volume des eaux océaniques est énorme ;
- B) la chaleur latente de vaporisation de l'eau est relativement faible ;
- C) la surface des océans ne reflète pas la chaleur ;
- D) la chaleur spécifique de l'eau de mer est relativement importante ;
- E) l'eau de mer contient une grande quantité de sel.

² Cette « glace de mer » constitue la **banquise**. Il ne faut pas la confondre avec les **icebergs**, constitués de glace d'eau douce : les icebergs sont les fragments des glaciers des inlandsis du Groenland ou de l'Antarctique, alimentés par les chutes de neige, qui s'écoulent dans la mer.