

Diffusion de saumure dans la glace de mer



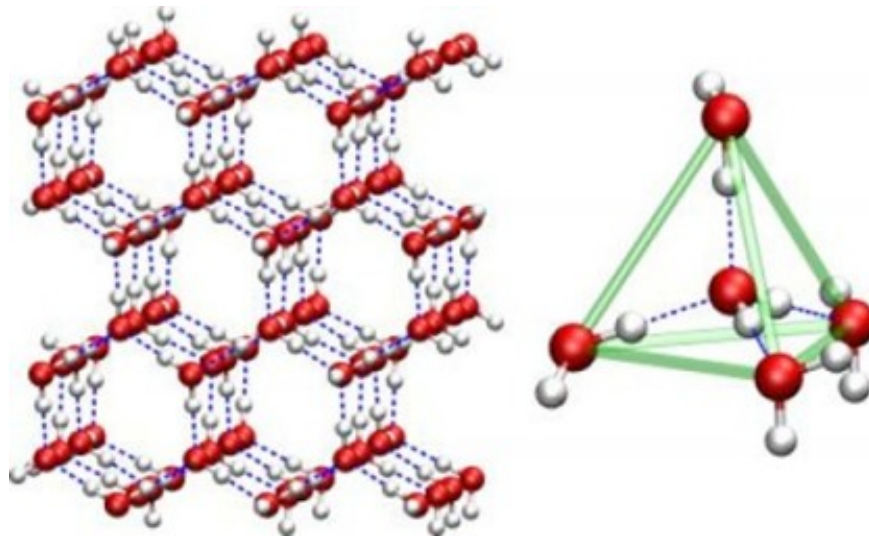
Sommaire :

- 1- Généralités sur la physique de la glace et de la saumure
- 2- Etude d'un phénomène en particulier, le brinicle
- 3-Idées d'expériences et contacts

1- généralités sur la glace de mer et la saumure

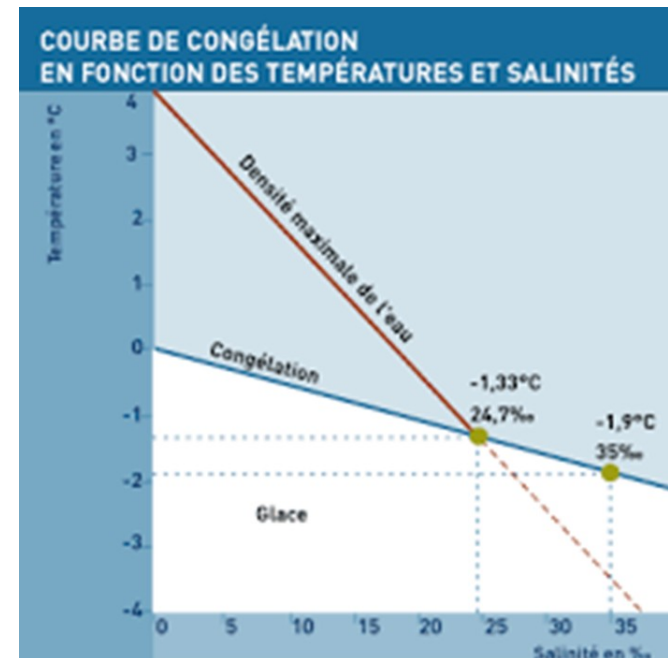
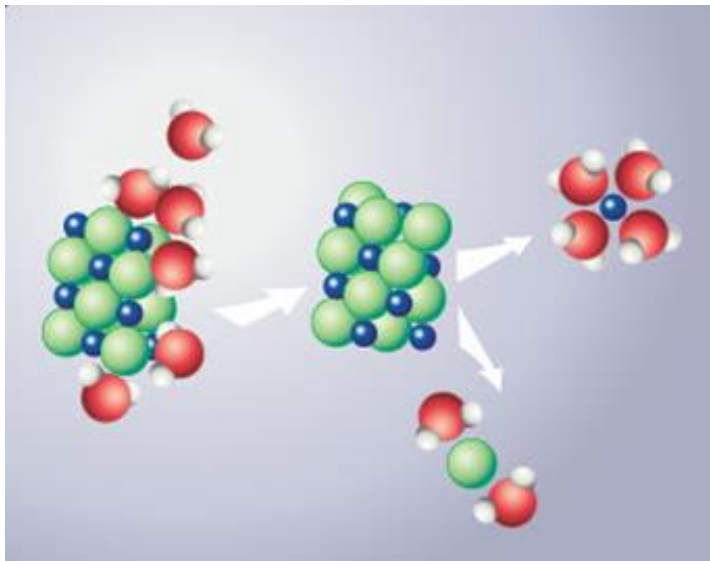
La glace se forme lorsque l'eau de mer (en surface) atteint la température de solidification de l'eau liquide (située à 0°C pour une salinité nulle)

composition de la glace : solidification de l'eau liquide en glace vers une structure hexagonale. Liées par de nombreux ponts hydrogènes.



La salinité de l'eau de mer joue un grand rôle dans la formation de la glace.

Les fortes interactions ions-dipôles entre le sel et l'H₂O compliquent la formation de cette maille ce qui explique la diminution du point de congélation de l'eau lorsque sa salinité augmente.



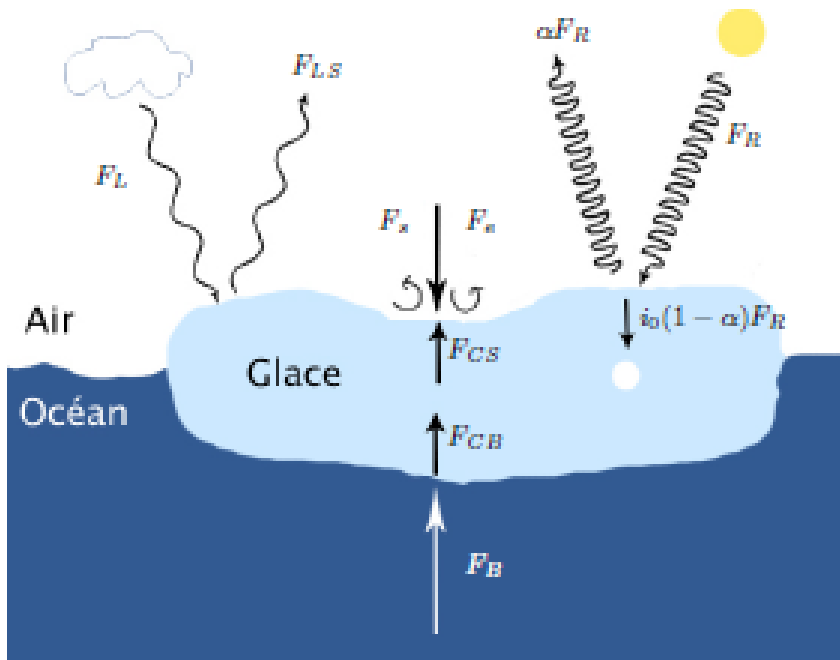
La glace de mer est donc composée d'eau solidifiée, de bulles d'air et de poches de saumures.

Saumure= solution aqueuse extrêmement concentrée en sel (salinité>50°/00)

Composition: (échantillons pris proches de Scott base, Nouvelle-Zélande)

<i>Sample number</i>	<i>Depth below top of ice shelf</i> cm.	<i>Depth below surface of brine</i> cm.	<i>Chemical composition of melted core</i>						<i>Minimum temperature</i> (Fig. 1) °C.
			Na ⁺ g./l.	K ⁺ g./l.	Na ⁺ /K ⁺	SO ₄ ⁻⁻ g./l.	Cl ⁻ g./l.	Cl ⁻ /SO ₄ ⁻⁻	
S 13	407-458	107-158	1.3	0.05	26	0.221	2.3	10.4	-9.3
S 14	458-505	158-205	1.7	0.06	28	0.316	3.3	10.4	-9.3
Sea-water (for comparison)			9.1	0.33	27.5	2.3	16.5	7.2	—

Thermodynamique de la glace



$$F_{CS} = F_{CB} = k \frac{(T_B - T_S)}{h_i}$$

$$\Delta h_{s,i} = -\Delta t \frac{(F_A + F_{CS})}{L_{s,i}}$$

$$\Delta h_B = -\Delta t \frac{(F_B - F_{CB})}{L_i}$$

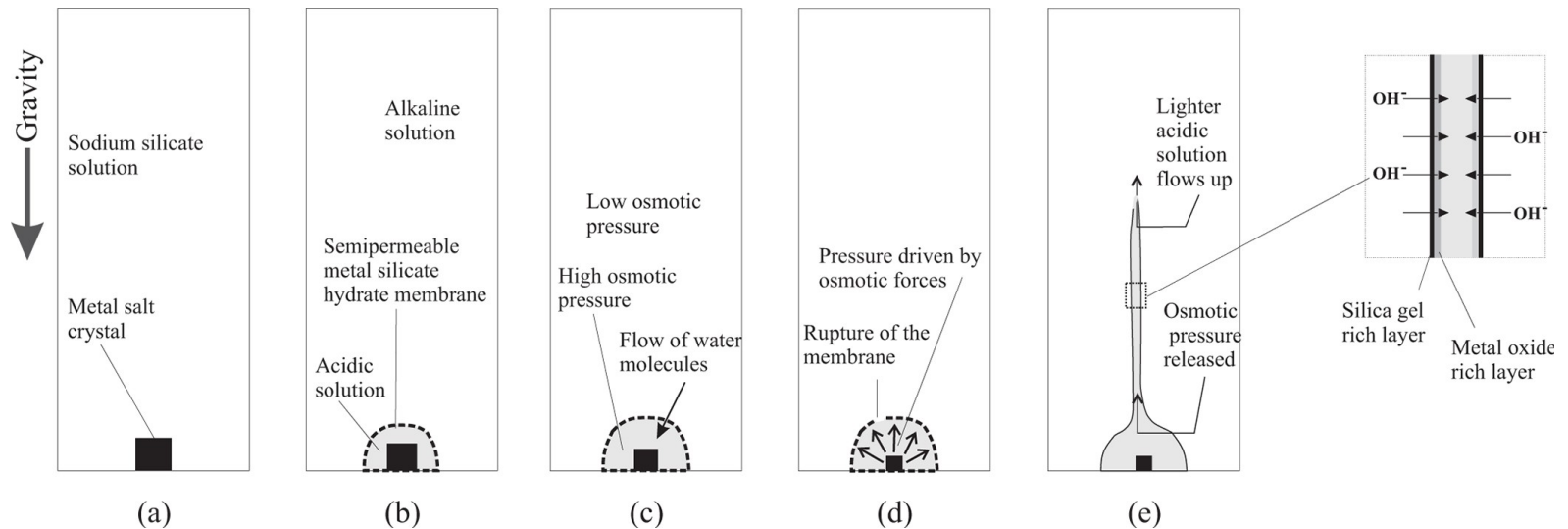
$$h_{n+1} = h_n + \Delta h_B + \Delta h_S$$



2-brinicle



- Principe de formation :



Le schéma ci-dessus représente la formation d'un « jardin chimique » (phénomène bien connu) qui est en quelque sorte un brinicle inversé.

Quelques chiffres :

La température de la glace chute de -10°C à -40°C , l'eau est à -2°C .

Chute de la saumure a travers les chenaux de saumure (0.1mm), convection due à la densité $\Delta\rho > f(1/r^4)$.

Canaux suffisamment grands tous les 180 cm^2 .

Un brinicle majeur tout les $6\text{ à }8\text{ m}^2$.

Différence de température eau / glace = environ 20°C

Après des analyses de la quantité d'énergie à transférer de la saumure vers l'eau pour la congeler, on en déduit qu'il faut environ 1L de saumure (de salinité $224^{\circ}/00$) et 10L d'eau de mer (de salinité $35^{\circ}/00$) pour permettre la formation d'un brinicle.

Problématisation

- La banquise et tous les phénomènes thermodynamiques qui y ont lieux (dont les brinicles) permettent de réguler le climat (en particulier la température des océans).
- Les analyses actuelles montrent une nette augmentation de la salinité dans l'Atlantique et une diminution dans le Pacifique (dues à la pollution).
- *Nous évaluerons l'influence d'une augmentation et d'une diminution de la salinité sur les propriétés thermodynamiques de la glace de façon à estimer la meilleure situation pour la banquise (Pacifique ou Atlantique).*

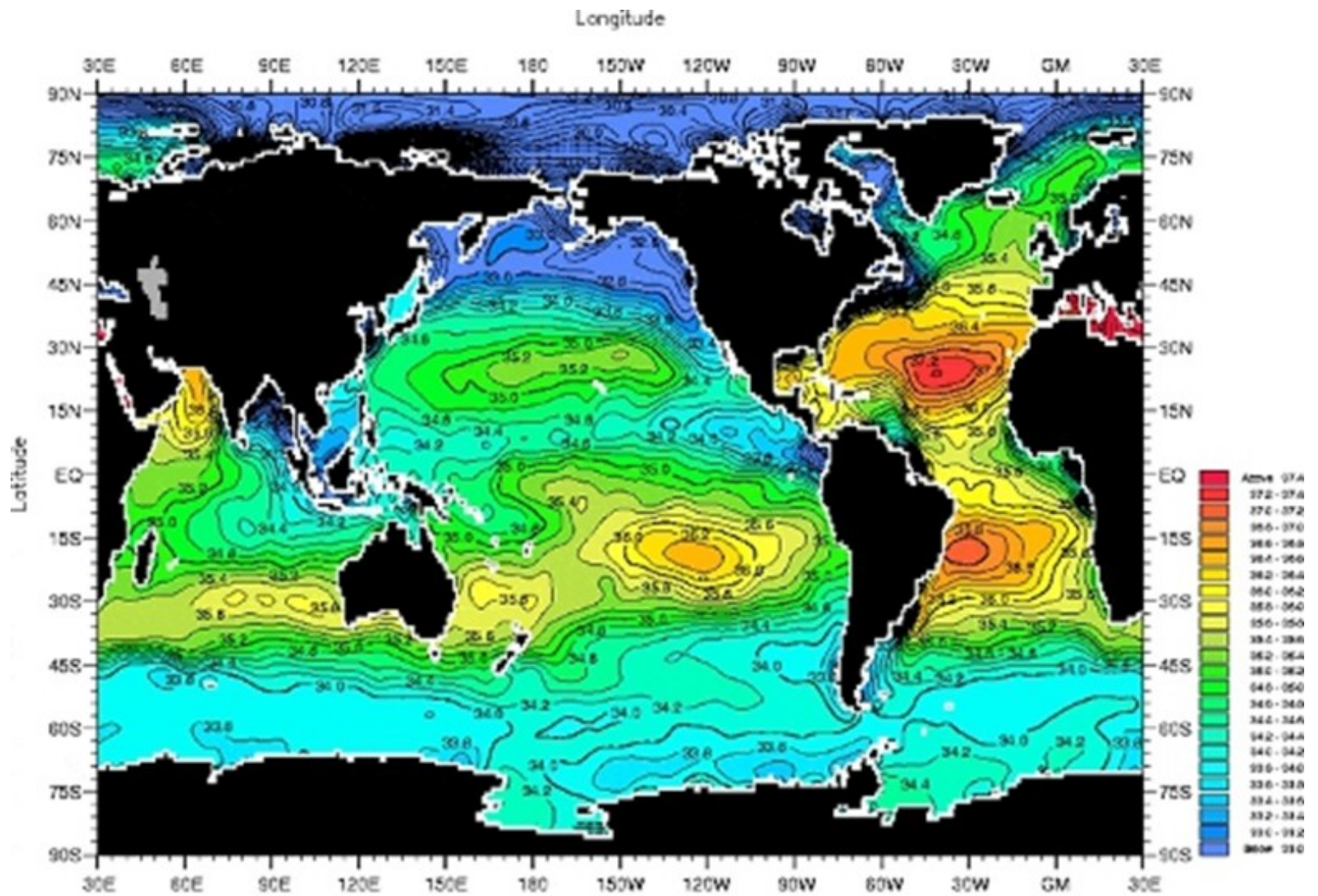


Fig. A2-1. Annual mean salinity (PSS) at the surface .

Minimum Value= 33.57

Maximum Value= 40.02

Contour Interval: 0.20

Expériences

- Nous réaliserons des expériences sur une glace de salinité correspondant à l'océan atlantique (fortement salée) et une autre à l'océan Pacifique (peu salée).
- 1- Détermination par calorimétrie de la capacité thermique des deux glaces (TP déjà effectué au cours de l'année en physique).
- 2- Analyse de la vitesse de diffusion de la saumure dans la glace. (Par l'utilisation de bleu de thymol permettant de détecter la présence de NaOH).
- (3-) Création d'un brinicle expérimental avec chaque salinité et comparaison de température, vitesse et longueur de diffusion.
(cette expérience n'est pour l'instant pas réalisable sans l'aide de mes contacts)

Contacts et planification

- Contacts (déjà contactés) : I.Saint-diaz et J.H.Cartwright (chercheurs en chimie et sciences de la Terre à l'université de Grenade)
- Contacts (à contacter) : -Institut polaire français Paul Emile Victor (Finistère)
-laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement (Grenoble)
- Taches à réaliser : - déterminer si la réalisation d'un brinicle expérimental est plausible (durant l'été)
- - déterminer les conditions d'expériences (a l'aide des contacts)(durant l'été et début automne 2018)
- -réaliser les expériences (début hiver 2018) et analyser les résultats pour répondre à la problématique (fin de l'hiver 2018)