

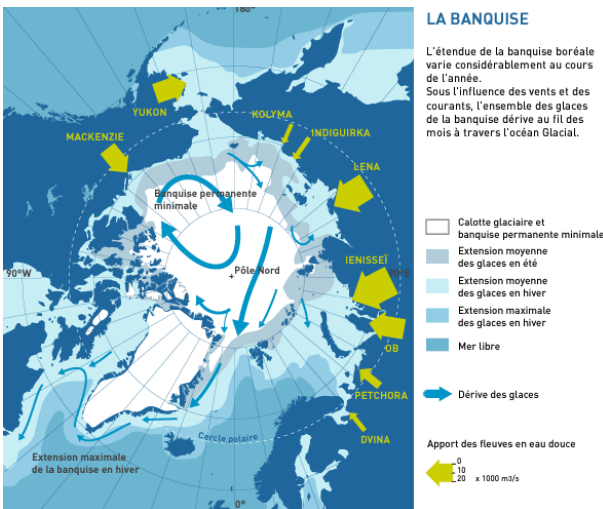
UNE COUCHE DE GLACE À LA SURFACE DE LA MER

En fin d'été, le froid polaire s'installe, parfois brutalement (-40°C); la surface de l'océan se refroidit. Quand elle atteint -1,8°C, les premiers cristaux de glace se forment. Une fois la surface gelée, l'eau de mer se trouve isolée de l'air froid et le processus se ralentit. La banquise s'épaissit alors lentement, par sa face inférieure, jusqu'à atteindre environ 2 mètres.



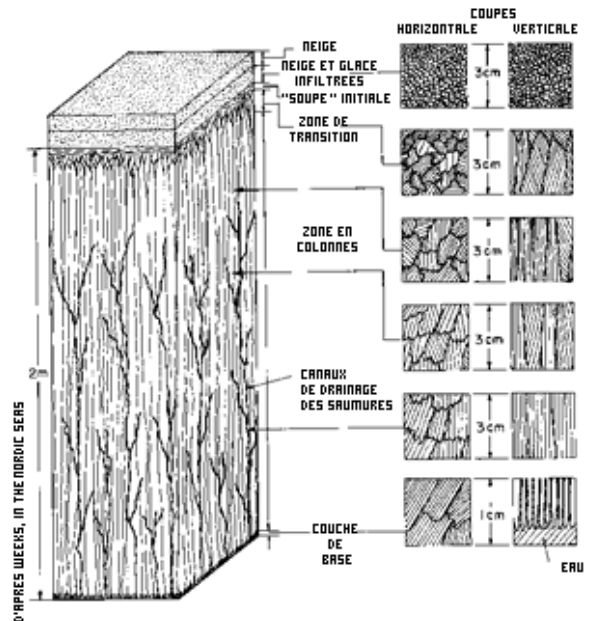
DOUCE OU SALÉE ?

En gelant, l'eau de mer forme une imbrication de cristaux de glace d'eau douce et de gouttelettes de saumure. Durant l'hiver, ces gouttelettes salées se regroupent, dessinent des réseaux plus larges, puis des poches, et migrent vers le bas, avant d'être rejetées en mer. Ainsi, en vieillissant, la banquise s'adoucit.



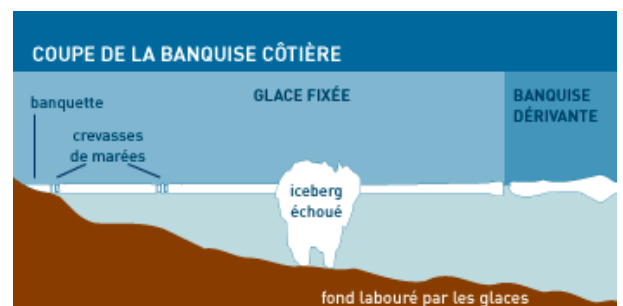
AINSI VIT LA BANQUISE

Au coeur de l'hiver, la banquise s'étend sur près de 15 millions de km², dont près de la moitié fondra durant l'été. La partie restante persistera 2, 3, 4 ans ou plus et son épaisseur atteindra alors 4 à 5 mètres. Pendant ce temps, cette croûte de glace traversera l'Océan Glacial, emportée par les courants : c'est la dérive arctique.



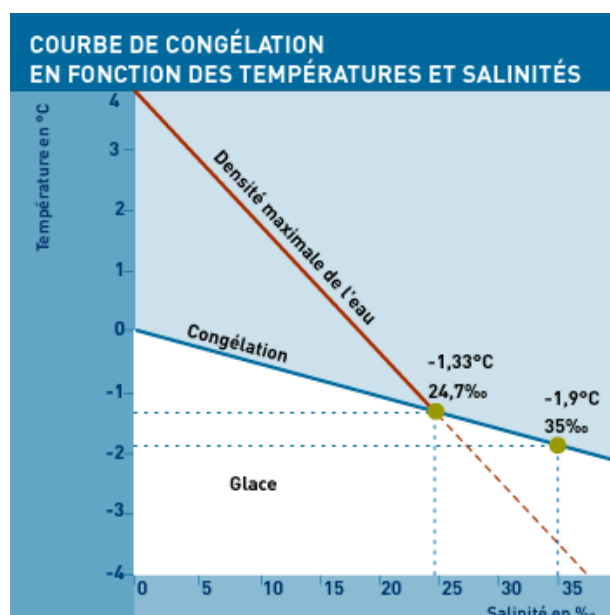
UN RADEAU CHAOTIQUE

La banquise n'est qu'une fine coquille d'œuf comparée aux 4000 mètres d'eau sur lesquels elle flotte ! Emportée par les courants, harcelée par les vents, sans cesse elle se brise, s'ouvre, se chevauche, créant, ici, des chenaux d'eau libre, là des rides de glace dont la crête peut atteindre une dizaine de mètres de haut.



LE DÉBUT DE LA PRISE

La nature de la première glace dépend de l'état de la mer. Par temps calme, de grands cristaux en forme d'aiguilles s'orientent parallèlement et forment une couche de 1 à 2 cm d'épaisseur en surface (une "soupe" glacée). Si la mer est agitée, de petits cristaux se développent en tout sens sur parfois un mètre de profondeur, constituant une épaisse couche visqueuse : le frasil. C'est ensuite seulement, que la congélation commence en surface. Cette prise peut durer de 9 à 36 jours.



QUAND LA GLACE S'ÉPAISSIT

Tant que la glace est fine, houles et vents la fragmentent en "crêpes", qui finissent par se souder et former la jeune banquise, capable alors de retenir la neige. Il faut plusieurs semaines pour que la glace atteigne 60 cm d'épaisseur. En chassant lentement bulles d'air et saumures, la glace se compacte, s'adoucit, devient bleue et translucide.



L'Antarctica pris dans les glaces au Spitzberg. © F. Latreille/7eme Continent

AU CŒUR DE LA GLACE

En arctique, la salinité de la mer varie en surface de 32 à 33 g/L (contre 35 en moyenne pour l'océan mondial). Les premiers cristaux de glace forment de petites lamelles d'1 millimètre d'épaisseur et d'infimes gouttelettes de saumure (une dizaine de micromètres) sont piégées dans ce réseau cristallin. La jeune glace de mer emprisonne ainsi jusqu'à 22 g/L de sels. L'eau de mer contient également des impuretés et des bulles d'air, piégées aussi dans la glace.

UNE AGITATION PERMANENTE

Sous l'effet des vents, des courants, des marées, la banquise se fragmente et se reforme sans cesse. Ici, des chenaux d'eau libre s'ouvrent, ainsi que des sortes de lacs intérieurs (polynies) dus à des remontées locales d'eau moins froide. Là, les fissures se referment. Les collisions entre les fragments créent des rides de glace comprimée, dont la crête peut atteindre 10 mètres et la quille s'enfoncer jusqu'à une soixantaine de mètres ! Près des côtes, la banquise est aussi façonnée par les marées, les apports d'eau douce, les courants littoraux, l'exposition au vent ou au soleil. Une banquette de glace, posée sur le fond, reste attachée à la côte. Cette "glace riveraine" peut être plus épaisse que la banquise elle-même et s'ancrer au fond ; au large, elle se prolonge par une bande de "glace fixée" (en anglais fast ice), qui peut survivre plus de 10 ans. On y trouve parfois quelques icebergs prisonniers.



LORSQUE VIENT LA FONTE

Fin mai, la neige et les premiers centimètres de glace fondent, formant des mares à la surface de la banquise. Cette eau réfléchit moins l'énergie solaire que la glace nue et se réchauffe plus vite, accélérant localement la fonte. Lorsque la banquise se fracture, de grands pans se libèrent (floes) puis se déplacent au gré des courants. C'est la débâcle. Au centre de l'océan Arctique et le long des côtes abritées, la banquise ne dégèlera pas.

LE GRAND BALLET DE LA DÉRIVE ARCTIQUE

Le puzzle glacé de l'océan Arctique suit, au fil des mois, le mouvement général des eaux qui le portent. C'est la dérive arctique. La banquise se déplace selon deux courants principaux : une large boucle cyclonique, centrée vers 80° N-155° W et une longue dérive qui traverse l'océan, du détroit de Béring à la côte groenlandaise. En moyenne, la glace peut tourner 5 ans dans la boucle arctique, tandis qu'un bloc mettra environ 3 ans pour suivre le courant central trans-arctique. La dérive arctique a été découverte grâce aux débris de l'épave de La Jeannette (1881) retrouvés 3 ans plus tard à des milliers de kilomètres du lieu de naufrage. Nansen avec le Fram en 1893-1896 et Papanine en 1937 ont utilisé cette dérive.

ÉTUDIER LA BANQUISE

Chenaux, crêtes de compression, glaces de salinité et d'âges différents, pulsation saisonnière, dérive : toute la vie de la banquise est suivie par les scientifiques grâce aux stations dérivantes installées sur la glace, aux balises et aux satellites.

NAVIGUER DANS LA BANQUISE

La concentration de la glace de mer est exprimée subjectivement en dixièmes de surface marine occupée ; ainsi, un pack de densité 9/10 ou 10/10 est impénétrable – sauf par de puissants brise-glace –, tandis que l'Antarctica pouvait commencer à évoluer dans du 4 ou 5/10.



LE COIN DES PHYSICIENS

La couche d'eau superficielle de l'océan Arctique est particulièrement favorable à la congélation, car elle est adoucie par l'afflux d'eau relativement peu salée du Pacifique Nord et l'eau douce des grands fleuves boréaux. "Alourdie" par la baisse de température hivernale en surface, cette eau devrait plonger vers le fond ; or, en Arctique, une couche d'eau beaucoup plus salée – donc plus dense – bloque cette plongée et oblige l'eau de surface à rester plus longtemps en contact avec l'air froid.

"Un phénomène spécifique des hautes latitudes est "la mer qui fume", produite, généralement, en hiver par l'arrivée d'un air très froid sur une mer relativement chaude : l'évaporation intense qui en résulte à toutes les apparences de la fumée." (Géostratégie de l'Arctique – Economica, 1992)

Plus la glace est épaisse, moins la conduction de la chaleur – donc le taux de congélation – est bonne. "Dans les chenaux, les taux de congélation sont de quelques centimètres par jour, alors qu'une glace épaisse à un taux de croissance plus proche du millimètre par jour (...) : un effet compensateur de la thermodynamique qui tend, d'un côté, à combler les zones d'eau libre (...) et de l'autre, à limiter la croissance à la base des crêtes de déformation." (l'océan planétaire – Sciences et avenir 1994)

Puisque le gel immobilise des molécules d'eau liquide jusqu'alors en mouvement (**agitation thermique**), la prise de la banquise libère une quantité d'énergie correspondant à cette agitation initiale ; ce qui réchauffe l'air ambiant ! Cette énergie sera à nouveau nécessaire pour que se réalise la fonte – c'est-à-dire remettre ces molécules d'eau en mouvement.

La fonte d'un gramme de glace à 0° C consomme près de 3,34.105 J.kg-1 calories (chaleur latente de fusion), soit 8,5 fois moins d'énergie que l'évaporation d'un gramme d'eau liquide vers 20° C (chaleur latente de vaporisation). Par définition, 1 calorie est "la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter de 1° C la température de 1 gramme d'eau" ; elle équivaut à 4,186 joules, et un travail de 1 joule par seconde équivaut à une puissance de 1 watt.

La densité des glaces de mer se situe dans une fourchette assez large, en fonction des sels et de l'air contenus : entre 0,857 et 0,920. Ce qui assure une flottabilité confortable dans une eau de mer arctique de densité 1,024 à 1,026.

Le coefficient de dilatation des glaces de mer joue un rôle important dans l'évolution de la banquise. Contrairement à celui de la glace pure,

il varie considérablement avec la température. De plus, chaque sel dissous – au sens chimique du terme – réagit différemment à la congélation. Il résulte de ces phénomènes des tensions, parfois très fortes, au sein de blocs où se juxtaposent des glaces de salinités différentes.



UN PEU DE VOCABULAIRE

Bourguignons	Nom français des growlers, petits débris de glaces flottantes, indétectables par radar.
Crêpes de glace	Pancakes pour les Anglais et blinis pour les Russes!
Hummocks	Nom inuit des amoncellements de compression.
Frasil	Première couche de mélange d'eau et de glace ; salo, saindoux, en russe, et grease, graisse, en anglais, à cause de son aspect.
Leads	Chenaux d'eau libre, en anglais.
Floes	Fragments de banquise anguleux, relativement plats, d'au moins quelques mètres de côté, pouvant parfois atteindre plusieurs dizaines de kilomètres.
Pack	Autre nom de la banquise ; ne pas confondre avec les plates-formes de glace flottantes, véritables pans de glacier continental, atteignant la mer.
Polynies	"lacs" d'eau libre.
Sorbet	Mélange d'eau de mer et de glace, après le frasil ; slush en anglais.
Stamoukhi	Nom inuit des surépaisseurs de glace ancrées au fond.
Torros	Nom russe des stamoukhi.
rowlers	(voir bourguignons)

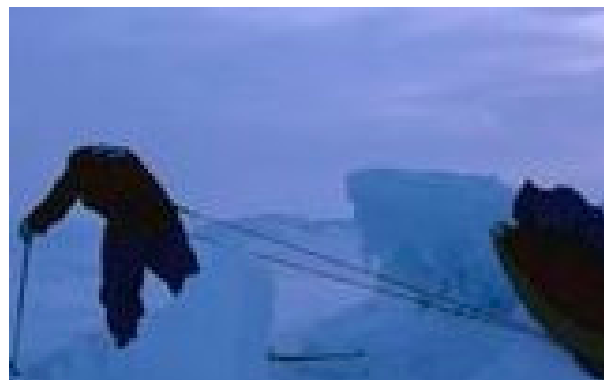


JEAN-LOUIS ETIENNE SUR LA BANQUISE

C'est sur cette mer d'obstacles glacés que Jean-Louis Etienne a marché, seul, en tirant son traîneau, pour atteindre le pôle Nord, en 1986.

" Par moments, la banquise se soulève sous mes yeux ; les plaques entrent en collision, s'appuyant les unes contre les autres avec d'inquiétants grincements. Il arrive même qu'elles se dressent comme des murs, pour s'effondrer ensuite dans un vacarme sourd qui se propage sur des kilomètres. Parfois une soudaine explosion et la banquise se lézarde, les plaques s'écartent laissant apparaître un sinistre zigzag noir : c'est l'eau glaciale de l'Océan Arctique ! D'abord, elle s'évapore en un rideau de brouillard et puis, dès que la fissure est stabilisée, elle gèle de nouveau. " (Les pôles – Arthaud, 1992)

Lors de la mission antarctique Erebus, en 1994, l'Antarctica est resté de longs jours prisonnier de la banquise, particulièrement compacte en mer de Ross cette année-là. L'équipage recherchait les éventuels passages en épiait la couleur du ciel, localement plus sombre au-dessus des chenaux d'eau libre. Solution inattendue : se faufiler sur les traces d'un brise-glace américain !



Jean-Louis Etienne tirant son traîneau sur la banquise lors de sa marche en solitaire vers le Pôle en 1986. © B. Prudhomme



LE SAVIEZ-VOUS ?

- > Un des procédés de dessalement de l'eau de mer utilise le gel. En effet, la congélation de l'eau salée, si elle est suffisamment lente pour éviter les inclusions de gouttelettes de saumure dans la glace, donne de la glace pure.
- > Les climats des régions recouvertes de glaciers ou de banquise sont des climats secs, car la glace émet beaucoup moins de vapeur que l'eau, dans une atmosphère à basse température.
- > Lors de la prise des glaces, la force de compression est si importante, qu'elle peut broyer la coque d'un navire (naufrages de la Jeannette en Arctique, de l'Endurance en Antarctique, etc.)... même d'un pétrolier !
- > Pour les polaires anglais, l'adoucissement de la banquise s'exprime ainsi : "la glace de mer d'un an n'est bonne à rien, celle de deux ans est bonne pour la cuisine et celle de trois ans, bonne pour le thé !".

LES PULSATIONS DE LA BANQUISE

Banquise	Été	Hiver
Arctique	8 millions de km ²	15 millions de km ²
Antarctique	20 millions de km ²	4 millions de km ²



POUR ALLER PLUS LOIN ...

BIBLIOGRAPHIE

- L'Arctique et l'environnement boréal (P. Avérous – CNDP, 1995)
- Les Pôles (J.-L. Etienne – Arthaud – La Nouvelle Odyssée, 1992)
- Géostratégie de l'Arctique (Amiral Besnault-Economica-1992)
- La géographie de l'océan (J.-R. Vanney-Oceanis-1991)
- L'océan planétaire (Sciences et avenir, Hors série n° 98-1994)
- L'homme et le climat (J. Labeyrie-Denoël-1993)
- Oceanus (Woods Hole Oceanographic Institution-1986)
- The Nordic Seas (Burton G. Hurdle Ed., Springer-Verlag-1986)
- Encyclopédia Universalis

AUTRES SITES À VISITER

- Institut Polaire Norvégien (Norsk Polarinstitut) : <http://www.npolar.no/>
- Institut de recherche arctique et antarctique de Saint Pétersbourg (en anglais) : <http://www.aari.nw.ru>