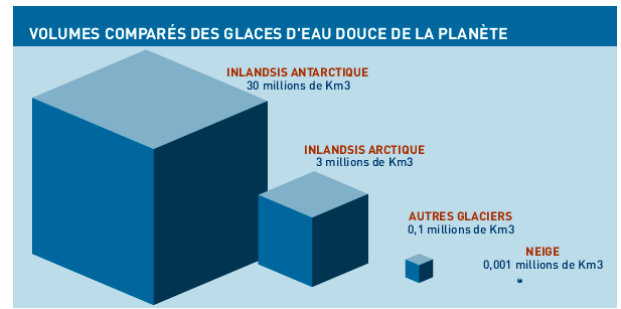


CALOTTES POLAIRES ET GLACIERS : DES PIÈGES À EAU DOUCE

Lorsque la neige ne fond pas durant l'été, elle s'accumule, se tasse et, couche après couche au fil des ans, se transforme en glace. Pendant longtemps, cette eau ne retournera plus à la mer. Ainsi se forment les immenses et épaisses calottes glaciaires continentales – ou inlandsis – comme celles qui recouvrent actuellement l'Antarctique et le Groenland.



DES CONTINENTS QUI SOMBRENT SOUS LE POIDS DES CALOTTES

Au cours du Quaternaire, de lourdes calottes de glaces ont recouvert le Nord de l'Europe et de l'Amérique. Sous leur poids, les continents se sont enfoncés dans le manteau fluide de la Terre, comme un bateau que l'on charge. Ainsi aujourd'hui, libérées de leur fardeau, ces terres " remontent " encore progressivement !

DES FLEUVES DE GLACE

Un glacier est une sorte de rivière gelée, accrochée aux montagnes. Sous son propre poids, l'énorme masse blanche s'écoule lentement, creusant sa vallée. Ce mouvement, bien qu'imperceptible à nos yeux, arrache des blocs de roches au lit du glacier, qui, en avançant – ou en fondant à son front – dépose son fardeau en longs amoncellements de pierres : les moraines.

	SURFACE (millions de km ²)	VOLUME (millions de km ³)
GLACE CONTINENTALE		
Antarctique	14 ^{est} 11 ^{ouest}	30 ^{est} 26 ^{ouest}
Groenland	1,8	3
Autres glaciers	0,5	0,1
Neige	1 à 47	0,001
GLACE DE MER		
Océan Austral	4 à 20	0,005 à 0,03
Océan Arctique	8 à 15	0,02 à 0,05

LES ETAPES DE LA TRANSFORMATION D'UN FLOCON DE NEIGE EN GLACE

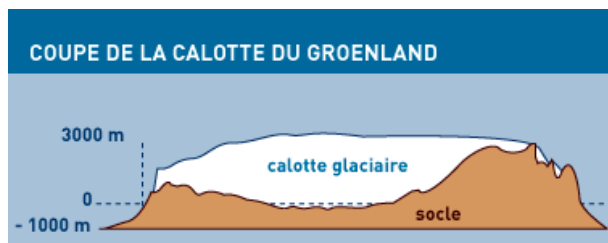


LES ICEBERGS : QUAND LA GLACE D'EAU DOUCE RETOURNE À LA MER

Lorsqu'un glacier arrive en bord de mer, la langue de glace, poussée par l'écoulement, commence à flotter, puis se brise : des blocs se détachent et sont emportés par l'océan ; on dit que le glacier vèle. Ces îlots de glace d'eau douce, les icebergs, restent parfois piégés par la banquise. Ils transportent les roches arrachées à leur lieu d'origine, qu'ils sèment, en fondant, au fond de l'océan.

LES INLANDSIS : UNE ÉPAISSE COUVERTURE DE GLACE POSÉE SUR LES CONTINENTS

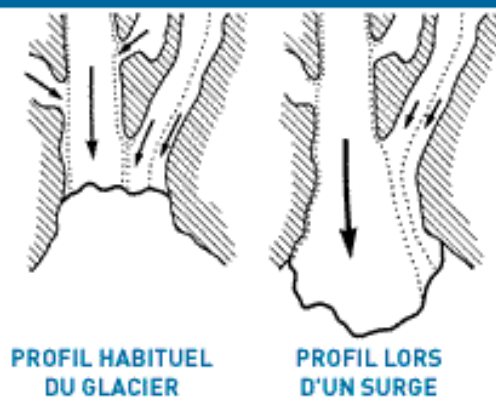
Il existe aujourd'hui deux inlandsis ("glace de l'intérieur" en islandais). Au Sud, l'immense calotte antarctique recouvre un continent – en réalité, un archipel – de 14 millions de km²; au Nord, c'est le Groenland qui est dissimulé sous 1,8 millions de km² de glace continentale. La calotte groenlandaise, ancrée entre deux chaînes montagneuses côtières, peut dépasser 3 km d'épaisseur dans la cuvette continentale centrale. La glace formée au cœur de l'inlandsis met très longtemps à atteindre la mer ; on retrouve ainsi, en profondeur, une glace âgée de plusieurs dizaines de milliers d'années. Une aubaine pour étudier, conservées dans ces glaces, les caractéristiques des climats passés de la Terre.



COMMENT SE SONT FORMÉES LES CALOTTES POLAIRES ?

Les scientifiques ont déduit de la chimie des glaces polaires que ces énormes calottes se sont accumulées en quelques milliers d'années. Il faut pour cela que les précipitations neigeuses aient été beaucoup plus importantes que ce que l'on peut observer aujourd'hui au-dessus de ces déserts glacés. Et pourtant, l'air froid y est sec et n'aurait pas dû permettre de telles chutes de neiges. Pendant les dernières glaciations de l'hémisphère Nord, la température de l'océan était plus élevée qu'actuellement : d'un ou deux degrés. Cette différence a été suffisante pour que le gradient thermique entre l'océan "chaud" et le continent très froid provoque le développement de tempêtes de neige. La calotte groenlandaise s'est formée, il y a environ 3 millions d'années, lorsque le climat s'est refroidi (depuis, il y a eu plus de 25 poussées glaciaires...). Sous le poids de la glace, le continent s'est enfoncé de près d'un kilomètre dans le manteau de la Terre, se transformant en une large cuvette.

Une avancée glaciaire accélérée ou "surge"

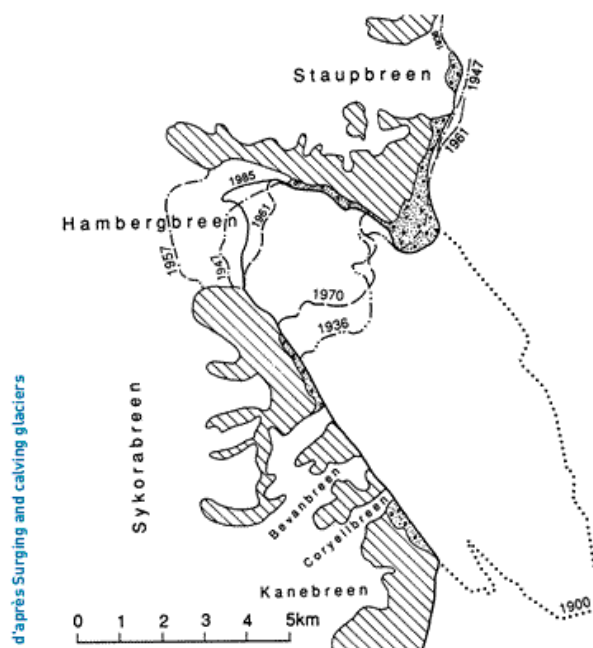


d'après Surging and calving glaciers

SOUS L'ÉPAISSE CALOTTE, LE FROID DE LA DERNIÈRE GLACIATION

C'est la température à la base de la calotte qui contrôle l'écoulement de la glace. Mais les variations de températures en surface n'atteignent la base qu'amorties et au bout d'un temps très long. Ainsi, il faut 60 ans pour qu'un changement de température de surface atteigne 100 m de profondeur et 60 000 ans pour qu'elle atteigne 3100 m. On peut donc penser qu'à la base d'un inlandsis actuel règne encore le froid du dernier âge glaciaire.

Variations du front d'un glacier (l'Hambergbreen), au Spitzberg, depuis 1900.



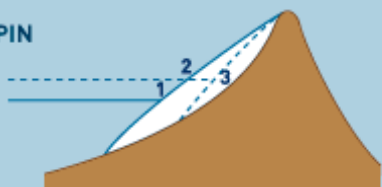
d'après Surging and calving glaciers

VÊLAGE DES GLACIERS : LA NAISSANCE DES ICEBERGS

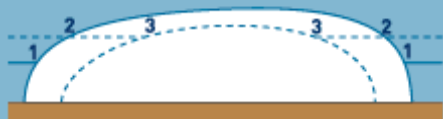
Lorsque la glace se rapproche de la côte, elle est canalisée par les glaciers littoraux et sa vitesse d'écoulement s'accélère : elle peut atteindre plusieurs mètres par jour. Une fois en mer, plus légère que l'eau, la langue glaciaire se détache de son lit rocheux et se met à flotter. Travaillés par la houle, les courants, les marées et poussée par son propre écoulement, des blocs s'écroulent dans la mer dans un bruit de tonnerre : ainsi naissent les icebergs, ces "montagnes de glace".

Fonte des glaces, lors d'un réchauffement, par élévation de l'altitude limite d'équilibre entre ablation et accumulation de glace (ELA). Lorsque cette limite s'élève [1 et 2] la calotte se réduit progressivement [stade 3].

GLACIER ALPIN



CALOTTE ANTARCTIQUE



CALOTTE GROENLANDAISE



GLACIERS POLAIRES SOUS SURVEILLANCE

À cause de l'exploration des fonds de la mer de Barents pour l'éventuelle exploitation des réserves de pétrole et de gaz sous-marines, les rejets d'icebergs par les glaciers du Svalbard (vêlage) ont été particulièrement étudiés. En effet, plusieurs d'entre eux sont dangereux pour les installations off-shore ; en particulier, lorsque se produit un phénomène d'"avancée accélérée", ou surge. Le déclenchement de ces vêlages intenses est encore mal compris et leurs périodes – propres à chaque glacier – mal connues ; ce qui est un sérieux handicap lorsqu'on tente d'apprécier les bilans des calottes polaires actuelles, ou encore de prévoir leur réponse à un éventuel changement climatique.

Au total, sur 90 glaciers vêtant en mer étudiés, 55 surges ont été enregistrés au cours des 100 ou 150 dernières années, sans que l'on puisse en déterminer les rythmes. Mais au moins, la liste des glaciers "livreurs d'icebergs" potentiels a-t-elle pu être dressée. Lors d'un surge, toujours brusque, de larges champs de crevasses apparaissent, le front se bombe, les moraines s'incurvent, le débit de la langue glaciaire s'accroît considérablement. Une énorme quantité de glace d'altitude se trouve alors rejetée vers le bas, provoquant une accélération dramatique de l'avancée du front (l'écoulement peut atteindre 100 mètres par jour, auto-lubrifié par la fonte due aux frottements). En temps normal, à l'équilibre, autant de glace est ôtée à un glacier par ablation qu'il ne s'en forme en altitude par précipitation. Mais l'avancée accélérée crée un fort déséquilibre, amincissant nettement le glacier. La période de ces phénomènes peut aller de 30 à 100 voire 150 ans, le surge lui-même dure 1 à 3 ans. Ces "emballements" sont beaucoup plus fréquents en régions subpolaires, où parties froides et plus tempérées d'un même glacier sont mitoyennes. Les avancées glaciaires accélérées les plus impressionnantes ont eu lieu au Svalbard au cours des années 1935-38 : le Negribreen, au fond du Storfjord, a avancé à ce moment-là de 12 km dans son fjord et le Bråsvellbreen, émissaire de la calotte de la terre du Nord-Est, de 20 km en mer !

ICEBERGS : DES MONTAGNES DE GLACE À LA DÉRIVE

Outre la banquise, l'océan Arctique transporte des icebergs. On peut reconnaître l'origine de ces énormes glaçons à leur forme. Les icebergs de glaciers étroits et épais comme ceux des îles ou du Groenland sont massifs et hauts, alors que ceux qui proviennent de la plate Terre d'Ellesmer sont tabulaires. Ces icebergs plats, qui peuvent atteindre plusieurs km², sont d'ailleurs utilisés comme stations dérivantes par les scientifiques. Ils sont parfois pris dans la banquise et dérivent vers l'Atlantique Nord. Burinés par le vent et les vagues, 400 icebergs atteignent ainsi, en moyenne, le 48^{ème} parallèle, au large de Terre-Neuve. Pour éviter les accidents, en hiver, les routes maritimes sont repoussées de plusieurs centaines de kilomètres vers le sud. Chacun connaît l'histoire dramatique du Titanic ...

LES GLACIERS ARCTIQUES FONDENT-ILS ?

Les glaces continentales arctiques représentent 7 % des réserves d'eau douce de la planète, soit 2 à 3 000 000 km³. Leur fonte totale participerait à l'élévation du niveau de la mer de 6,5 m. À lui seul l'inlandsis groenlandais représenterait 96 % de cette élévation. La part des glaciers arctiques serait, elle, de 25 cm. Par comparaison, si tous les glaciers alpins fondaient, ils élèveraient le niveau marin de seulement 1 mm. Mais les glaciers sont moins froids que les calottes et réagissent donc plus vite à d'éventuelles variations climatiques. C'est pourquoi, depuis les années soixantes, les scientifiques auscultent les glaciers. Ils mesurent leur bilan annuel, cherchant à évaluer si la quantité de glace augmente diminue ou reste stable. Ce bilan utilise toutes les données météo d'une année et varie en fonction des précipitations et des températures atmosphériques. C'est donc un bon indice du climat local. À aujourd'hui, les résultats de ces études montrent que les glaciers ne perdent pas de glace de façon massive et généralisée, tel que cela devrait être le cas d'après les modèles d'élévation de la température suite à un effet de serre lié aux activités humaines. Ainsi, pour l'instant, les glaciers arctiques semblent résister au réchauffement...

SI LES GLACES FONDAIENT...

Les apports d'eau douce et froide issus de la fonte des calottes et des glaciers dans l'océan peuvent influencer directement, non seulement les écosystèmes locaux, mais aussi la salinité et la température de l'eau arctique, et donc la circulation océanique et le niveau marin mondial.



JEAN-LOUIS ETIENNE ET LES GLACIERS

"Tout était calme dans ce décor mirifique quand une explosion sourde traversa le silence (...). De toute évidence elle venait du glacier, un gros bloc avait dû s'en détacher (...) dans la minute qui suivit, une onde souleva le bateau qui cogna violemment les parois dans son étroit berceau de glace."
"La complainte de l'ours" JL Etienne, JC Lattès, 2001)

En Antarctique, l'Antarctica a récupéré des

touristes, accidentellement tombés de leur embarcation : ils s'étaient approchés de trop près du front d'un glacier, qui, juste à ce moment-là, s'est effondré en mer, soulevant une puissante lame qui a fait chavirer leur canot !



LE SAVIEZ-VOUS ?

> Lors des trois dernières glaciations, le volume de glace d'eau douce sur le globe était de 75 millions de km³ (au lieu des 33 km³ aujourd'hui), ce qui avait abaissé le niveau des océans de 120 à 160 m selon les lieux.

> Soulagée de son fardeau de glace qui l'enfonçait dans le manteau de la Terre lors de la dernière glaciation, la Scandinavie "remonte" encore de 40 à 120 cm par siècle !

> Il existe une altitude particulière au-dessus de laquelle, en un endroit donné, les neiges s'accumulent, et en dessous de laquelle l'ablation l'emporte. C'est l'altitude d'équilibre des glaces (ou ELA, pour Equilibrium Line Altitude).



POUR ALLER PLUS LOIN ...

BIBLIOGRAPHIE

- L'amaigrissement des glaciers (Bernard Lefauconnier, Science et Avenir/IFRTP, Hors Série :
- L'aventure polaire, décembre 2001-janvier 2002)
- L'Arctique et l'environnement boréal (P. Avérous – CNDP, 1995)
- Géostratégie de l'Arctique (Amiral Besnault-Economica-1992)
- Glaciers (Encyclopedia Universalis)
- Spitzberg (DMI Edition-1994)
- Geography of Svalbard (Norsk Polarinstitut-1985)
- Surging and calving glaciers in eastern Svalbard (Norsk Polar institutt-1991)
- La complainte de l'ours (JL Etienne- JC Lattès – 2001)