

Le réchauffement climatique pourrait mener au refroidissement de l'Europe

Ismaël Maghouz

Master en sciences spatiales

Les événements de Heinrich

Dans les plaines abyssales, nous nous attendons à trouver des sédiments très fins. En effet, la sédimentation y est de l'ordre d'un à dix centimètres par mille ans dû à la décantation lente des apports éoliens et des squelettes de microplancton et des autres apports de la source lointaine qu'est le continent. Par contre, dans les carottes prélevées dans l'Atlantique Nord entre les latitudes 40°N et 55°N, des couches de gravier (>2 mm) ont été observées. Ce type de sédiment a été retrouvé à différents intervalles correspondant aux épisodes de froid extrêmes de la dernière glaciation. Ces sédiments ont été transportés et déposés lors de la fonte des icebergs dérivants suite à leur vêlage. Ces débâcles sont appelées « événements de Heinrich » (HE, pour *Heinrich events*).

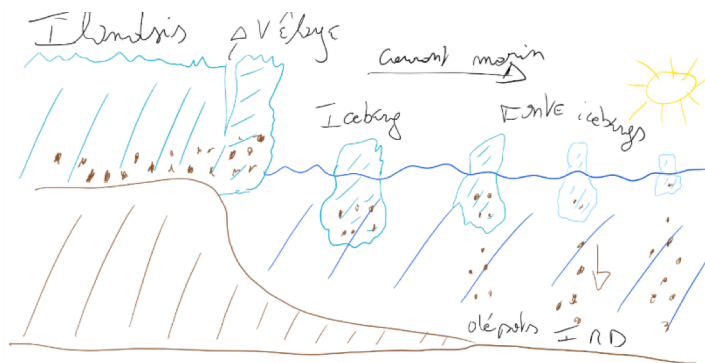


Figure 1 : Vêlage et Ice Rafted Debris (IRD).

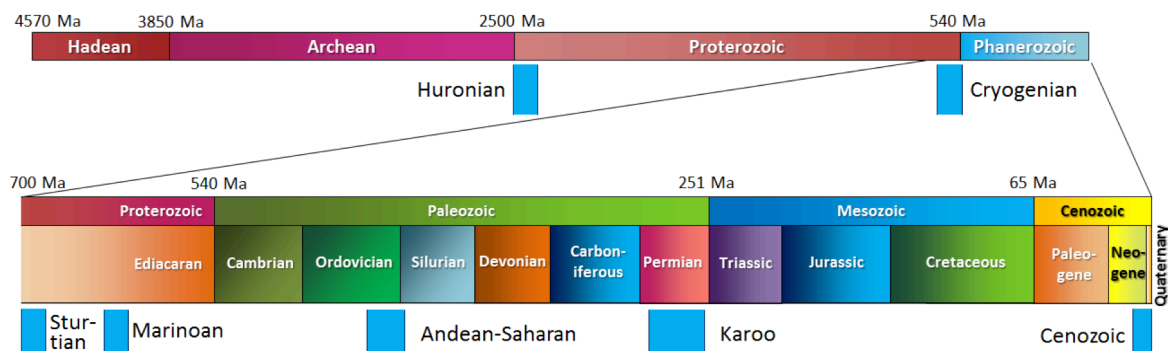


Figure 2 : Ligne de temps montrant les ères glaciaires (en bleu clair) connues depuis le début de l'existence de la planète. Source : S. Earle « *Physical Geology* » (2015, p. 452).

Théorie

Les ères glaciaires

Pour comprendre les événements d'Heinrich, il faut d'abord comprendre ce que c'est qu'une ère glaciaire. Nous sommes actuellement en ère glaciaire, une parmi plusieurs connues depuis la formation de la Terre. Une ère glaciaire est caractérisée par l'existence de calottes polaires permanentes.

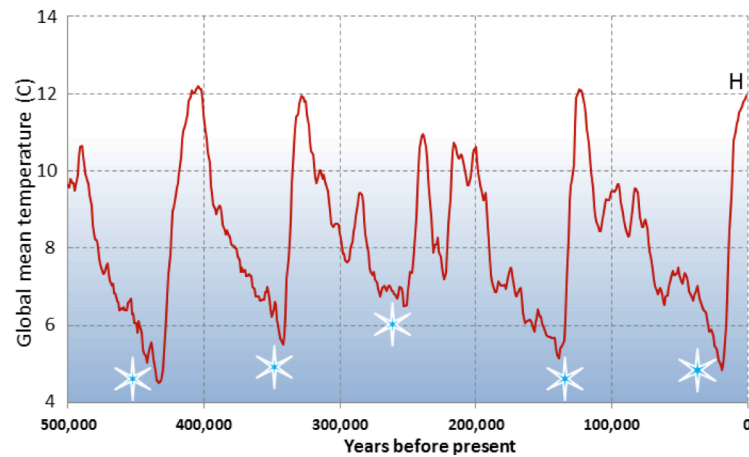


Figure 3 : Température moyenne globale pendant les derniers 500.000 ans. Source : S. Earle « *Physical Geology* » (2015, p. 452).



Figure 4 : Accumulation et fluctuation de la glace d'une calotte glaciaire.

Une ère glaciaire ne présente pas forcément un climat uniforme. L'ère actuelle a connu plusieurs oscillations de température, appelées cycles glaciaires/interglaciaires. Ces cycles passent par des maxima et des minima d'extension des calottes et des glaciers continentaux.

Formation des glaciers

Les glaciers se forment aux pôles (précipitations faibles, mais températures toujours négatives) et en haute montagne (précipitations importantes et températures variables, mais majoritairement basses). Ces grosses couches de glace sont créées par l'accumulation de couches successives de neige. Le poids des couches supérieures compacte la neige sous-jacente en évacuant l'air entre les cristaux de neige, et cimentant ceux-ci, créant des couches de glace. Ces couches s'accumulent et leur poids augmente. Lorsqu'ils ont une masse très élevée, les glaciers commencent à « bouger » sous la force de la gravité, pouvant atteindre une vitesse maximale de 10 m par jour pendant une période chaude. Leurs flancs descendent alors vers de plus basses élévations et leur centre continue d'accumuler des couches de glace. Leur progression s'arrête lorsque qu'ils rejoignent une zone d'ablation où la température est trop élevée ou lorsqu'ils rencontrent la côte où, sans support et avec des températures plus élevées, il y a un phénomène de vêlage, c'est-à-dire, de largage de grands blocs de glace sous forme d'icebergs.

Température, niveau marin et $\delta^{18}\text{O}$

L'un des principaux indicateurs de température et du niveau marin d'une époque donnée est le taux de $\delta^{18}\text{O}$ mesuré dans une couche d'un dépôt de glace ou de sédiment qui lui correspond. En effet, il existe plusieurs isotopes de l'atome d'oxygène (p. ex., ^{16}O et ^{18}O), dont les noyaux atomiques ont tous huit protons, mais un nombre différent de neutrons (huit pour ^{16}O , dix pour ^{18}O). Ces différents isotopes forment différentes molécules d'eau (H_2^{16}O et H_2^{18}O). Les isotopes avec un plus grand nombre de neutrons sont plus massiques et de ce fait les molécules de H_2^{18}O ont une pression de vapeur saturante plus basse que les molécules de H_2^{16}O . Cela a pour effet que lors de l'évaporation de l'eau de mer, on retrouve une proportion plus grande de H_2^{16}O dans la vapeur d'eau que dans l'océan (où elle a pris source) et cela s'accroît à des températures plus basses. Le processus inverse se produit lors de la condensation de la vapeur d'eau : l'eau condensée se retrouve enrichie en H_2^{18}O (l'effet s'accroît également à des températures plus basses). Les rapports $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dans ces différents milieux sont de l'ordre de 1:500 environ et leurs variations faibles, mais mesurables. C'est pourquoi il est d'usage de les exprimer de manière relative, en tant que déviation par rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ d'un échantillon standardisé (actuellement, cette référence est le *Vienna Standard Mean Ocean Water*, *VSMOW*, avec un rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ proche de celui de l'eau de mer actuelle en moyenne). Ces déviations, dénotées $\delta^{18}\text{O}$, sont généralement faibles et donc habituellement exprimées en ‰. Les nuages issus de l'évaporation de l'eau à la surface des océans présentent un $\delta^{18}\text{O}$ négatif. Ainsi, lorsque la condensation dans un nuage, suivie de précipitation des gouttes formées, progresse, le $\delta^{18}\text{O}$ devient de plus en plus négatif avec le temps. Dans l'océan, les foraminifères fixent du HCO_3^- (en équilibre avec l'eau) pour former leurs coquilles et gardent ainsi une trace du $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau dans

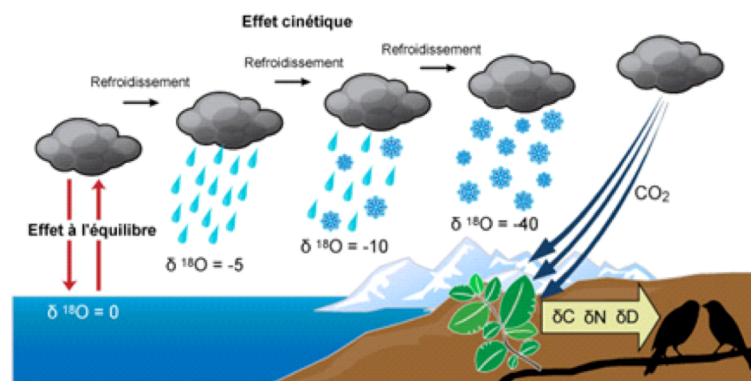


Figure 5 : Evolution du $\delta^{18}\text{O}$.

laquelle ils vivent. Les coquilles de ces microfossiles extraits des sédiments marins permettent donc de retracer l'évolution du $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau de mer au cours du temps. Les maxima de $\delta^{18}\text{O}$ correspondent alors à des maxima glaciaires (et minima eustatiques) ; les minima de $\delta^{18}\text{O}$ correspondent à des minima glaciaires (maxima eustatiques).

Analyse

La dernière glaciation

Durant la dernière glaciation (115.000 à 12.000 années avant le présent), la Terre a subi plus de vingt fluctuations cycliques rapides, appelées événements de Dansgaard-Oeschger (D/O). Chaque événement D/O se compose d'une phase de réchauffement rapide (10 à 15°C en quelques décennies), suivi d'un refroidissement progressif (durant plusieurs siècles). Ces événements présentent une quasi-périodicité de 1470 ans.. Avant le début d'un événement D/O, la température en Atlantique Nord est basse et la circulation thermohaline ralentie, voire à l'arrêt. Ensuite, un réchauffement se produirait suite à la reprise de formation d'eau profonde

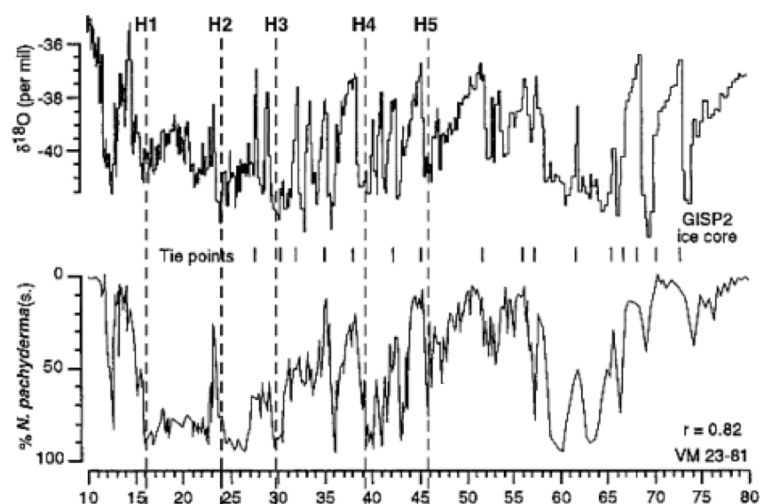


Figure 6 : L'abscisse en millier d'année et le temps reculé de droite à gauche. *N. Pachyderma* est un foraminifère typiquement rencontrée dans des eaux froides et denses. H1, H2, H3, ..., représentent les événements d'Heinrich. Source : Hemming, S. (Rev. Geophys., 2004)

donnant lieu à un appel d'eau chaude d'origine tropicale. Ce réchauffement aurait causé la fonte de glaciers avoisinants apportant de l'eau douce moins dense sur l'Atlantique Nord. De ce fait, la circulation thermohaline aurait de nouveau été ralentie et aurait progressivement apporté un refroidissement dans l'hémisphère Nord. Les plus longs événements D/O ont été précédés par des HE. Les HE sont liés à un événement de vêlage intensif de l'inlandsis laurentidien. En effet, l'analyse des carottes a démontré que les sédiments proviennent en fait du Canada oriental. Le vêlage intensif serait dû au fait que plusieurs D/O successifs auraient augmenté le niveau des mers entraînant une déstabilisation des plates-formes glaciaires débordant en bordure de mer. L'apport d'eau douce sur l'Atlantique Nord s'en trouve accru et aurait ainsi causé l'interruption du Gulf Stream et un grand refroidissement de l'hémisphère Nord. De plus, le vêlage accru aurait changé la topographie de l'inlandsis et ainsi changé la circulation des vents atmosphériques (la position du front polaire) accentuant le refroidissement.

Conclusion

Les HE résultent d'interactions complexes entre la cryosphère, l'atmosphère et l'océan apportant un froid non négligeable à l'hémisphère Nord. En effet, l'apport d'eau douce par les icebergs a pu stopper la circulation thermohaline et ainsi estomper l'apport de chaleur du Gulf Stream sur le continent européen. Si ce phénomène devait se reproduire aujourd'hui, la Belgique aurait un climat tel que celui observé actuellement autour de la Baie d'Hudson au Canada. L'agriculture belge n'existerait plus. L'impact se verrait partout en Europe et cela aurait une conséquence désastreuse sur l'économie et sur la condition de vie des Européens. L'effet se répercuterait sur l'ensemble de la planète à moyen ou long terme.

Pour en savoir plus

- Échelle des temps géologiques : <https://www.science-et-vie.com/archives/polemique-chez-les-geologues-mais-dans-quelle-epoque-vivons-nous-24513>
- Fonte des glaces : <https://www.pourlascience.fr/sd/geosciences/l-eau-une-menace-pour-les-calottes-polaires-3887.php>
- Gulf Stream : https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/climat/le-courant-rechauffe-par-le-gulf-stream-pourrait-s-arreter-temporairement_140196