

Glaciation

🔗 Pour les articles homonymes, voir Âge de glace (homonymie).



Cet article est une ébauche concernant la géologie.

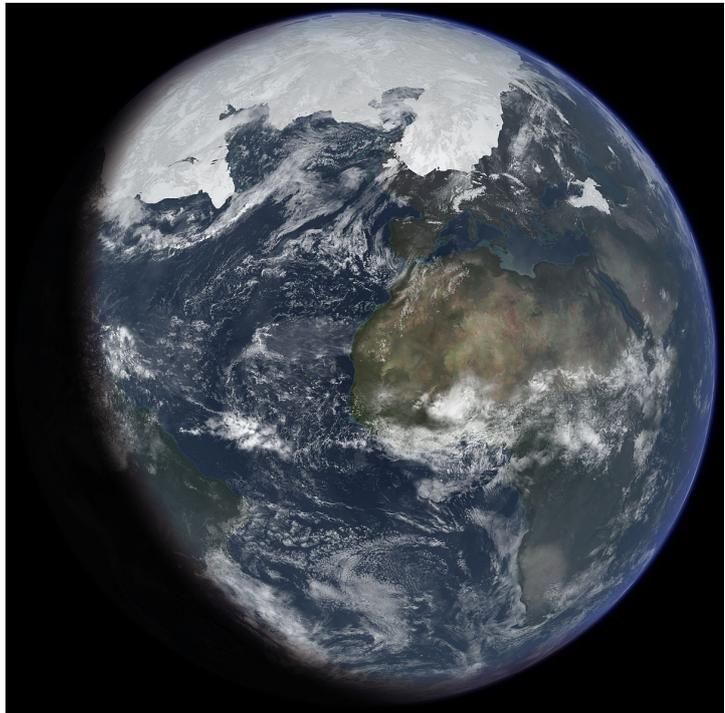
Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

Une **glaciation** (ou englaciation) est une **période glaciaire**, c'est-à-dire à la fois une phase paléoclimatique froide et une période géologique de la Terre durant laquelle une part importante des continents est englacée.

Historique de la connaissance des glaciations

Les glaciations ont d'abord été mises en évidence grâce à leurs traces morphologiques (moraines, blocs erratiques) dans les vallées alpines à la fin du XIX^e siècle.

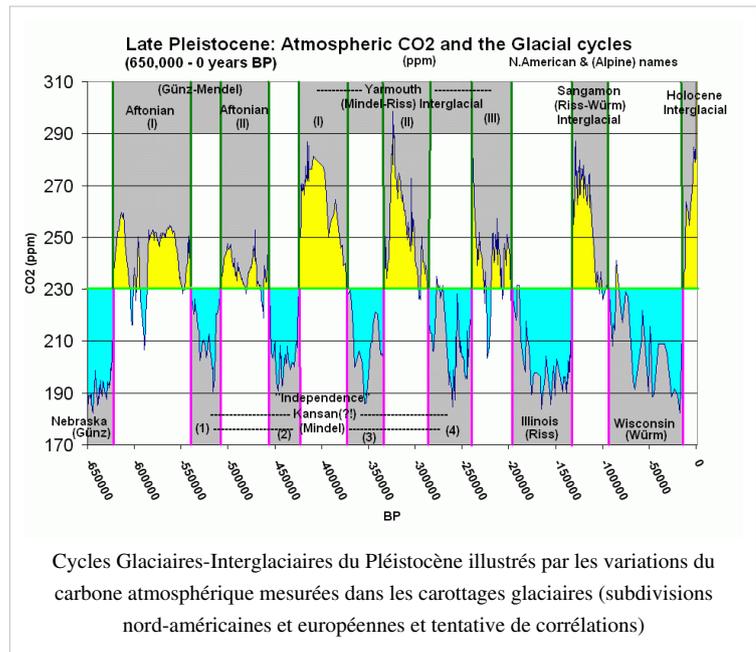
Depuis les années 1950, l'étude des rapports entre les différents isotopes de l'oxygène dans les sédiments prélevés par carottage au fond des océans a confirmé et précisé l'existence de nombreuses fluctuations climatiques plus ou moins cycliques (cf. *Stades isotopiques marins* et *Chronologie isotopique*).



Représentation artistique de l'englacement lors du Dernier Maximum Glaciaire (DMG) selon *Ice age terrestrial carbon changes revisited* de Thomas J. Crowley^[1].

Les origines d'un englacement

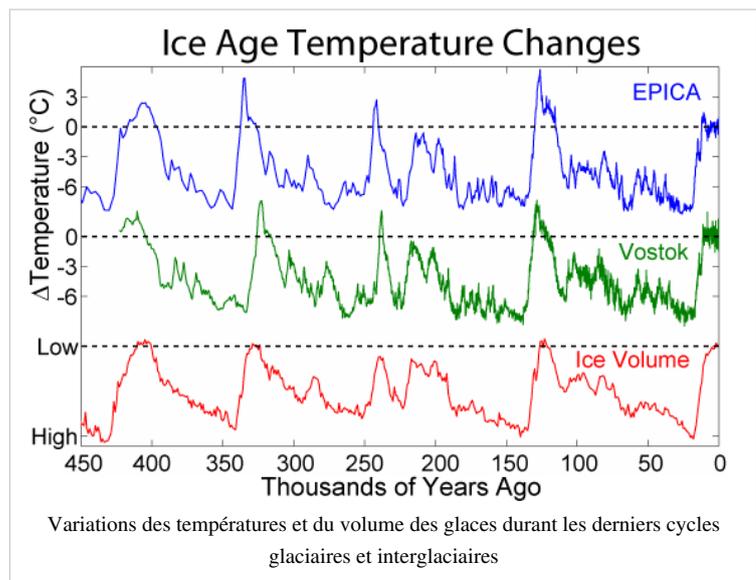
Les causes des glaciations ont été l'objet de nombreux débats, depuis que le phénomène a été clairement identifié au XIX^e siècle. Les théories modernes retiennent souvent une relation avec les oscillations périodiques de l'orbite de la Terre (cf. les paramètres de Milanković, paramètres astronomiques), associées à des variations hypothétiques et périodiques dans le rayonnement solaire ou les effets d'un déplacement d'importantes masses continentales vers les régions polaires (paramètres tectoniques).

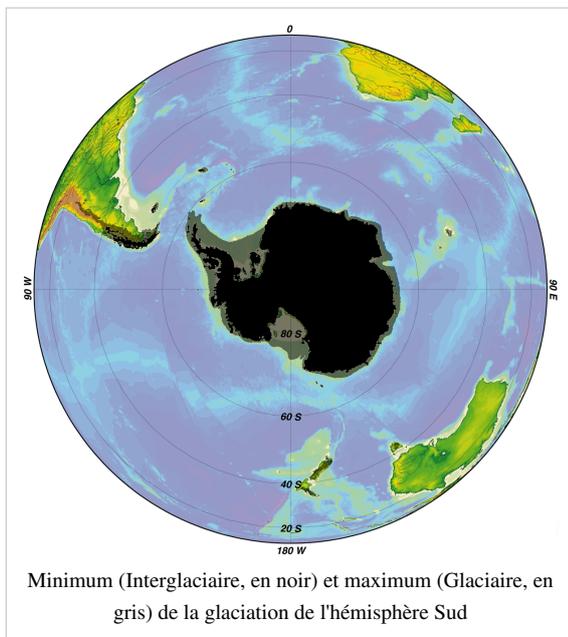
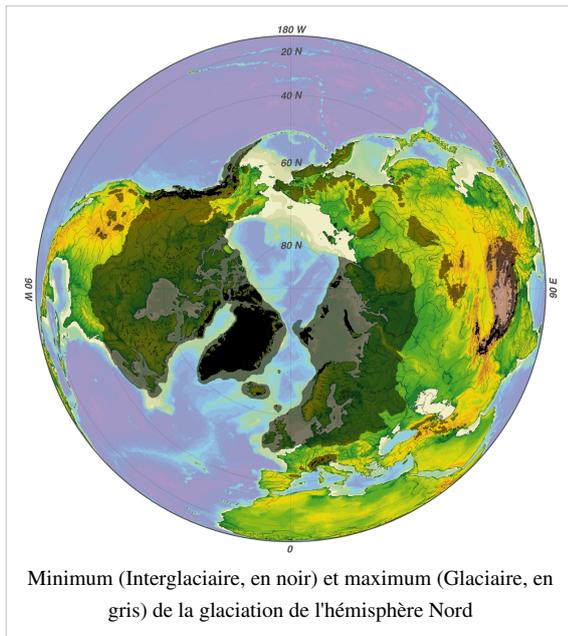


Les conséquences d'une glaciation

Lors d'une période glaciaire, les phénomènes suivants se produisent suite au refroidissement climatique :

- **formation d'inlandsis** : Ils s'installent progressivement sur les régions continentales des hautes latitudes, avec une épaisseur maximale de l'ordre de 3 km, et fluent vers leurs marges, détruisant les habitats naturels en place, et arasant une partie des reliefs ;
- **baisse du niveau de la mer (glacio-eustasie)** : le stockage de glace sur les continents provoque la baisse du niveau des océans (de l'ordre de 120 m lors de la dernière période glaciaire) et provoque l'émergence d'une partie des plateaux continentaux ;
- contraction océanique ;
- **mouvements tectoniques verticaux (glacio-isostasie)** : sous le poids de la glace, des mouvements tectoniques verticaux affectent les régions englacées





et leur marges (enfouissement lors de la glaciation, soulèvement ou *rebond isostatique* lors de la déglaciation) ;

- **modification de la circulation océanique mondiale :** Elle est alors complètement transformée (avec des influences réciproques, complexes et méconnues dans le détail, sur le climat).
- **Conséquences écologiques et génétiques :** En période glaciaire, pour survivre, les espèces soumises à un froid trop important pour elles, doivent descendre vers les plaines et/ou se rapprocher de l'équateur. Elles doivent le faire d'autant plus qu'elles sont sensibles au froid, ou survivre en populations moins nombreuses et parfois moins denses dans des *régions-refuges* moins touchées par le froid.

Lors des 3 dernières glaciations, il ne semble pas y avoir eu beaucoup de disparition globale d'espèces sur la planète, mais pour les espèces à faible capacité de dispersion, le froid a eu pour conséquence l'extinction locale de nombreuses populations au sein de métapopulations alors existantes, avec comme corollaire une réduction de la diversité génétique dans certains groupes^[2]; ces effets "négatifs" pour la biodiversité peuvent avoir été atténués par l'exondation des plateaux continentaux permis par la baisse des niveaux marins. Il y a ainsi eu de nouveaux espaces, qui ont reconnecté des habitats quasiment disjointes (hormis pour les oiseaux et mammifères marins et quelques espèces) lors des phases interglaciaires (par exemple l'actuelle France était reconnectée à l'actuel Royaume Uni durant les 3 dernières glaciations), permettant aux grands mammifères (mammouths notamment) de passer d'une zone à l'autre en traversant l'actuel *plancher* de la Manche et du Pas de Calais. Les conséquences génétiques des oscillations climatiques, et des glaciations en particulier sont importantes^{[3],[4],[5],[6]}.

Les traces de glaciations anciennes

La Terre conserve les traces de glaciations anciennes. La glaciation Varanger, il y a 750 millions d'années, par exemple, fut particulièrement importante. La glace semble avoir couvert à cette époque presque toute la planète, jusqu'à l'équateur. Nous connaissons également des traces de glaciations au cours de :

- la glaciation de Pongola (à -2 900 Ma)
- l'Huronien (de -2 400 Ma à -2 100 Ma)
- le Cryogénien (de -950 Ma à -570 Ma)
- l'Andéen-saharien, à l'Ordovicien (de -450 Ma à -420 Ma)
- la jonction Carbonifère - Permien (de -360 Ma à -260 Ma)

Les traces des paysages glaciaires et périglaciaires du Quaternaire

Les glaciations du Quaternaire^[7] ont produit des inlandsis, des calottes glaciaires et le développement de langues glaciaires qui ont couvert et marqué de nombreuses montagnes, y compris en zone intertropicale et des espaces aujourd'hui submergés par la remontée de la mer (plateau continental) qui a suivi la déglaciation.

Les glaces épaisses ont raboté certains reliefs ou entamé le sol d'une manière spécifique. Leur fonte a ensuite libéré une énorme quantité d'eau ; cette double action, associée à des phénomènes de cryoturbation, de solifluxion (gélifluxion)... a laissé de nombreuses traces encore visibles dans les régions anciennement englacées.

Certains modelés d'accumulation et d'érosion en sont notamment caractéristiques. Les ôs, drumlins et chenaux proglaciaires marquent ainsi encore de nombreux reliefs glaciaires et périglaciaires des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, du Massif central et de l'Alaska, du Spitzberg, de l'Islande, etc.

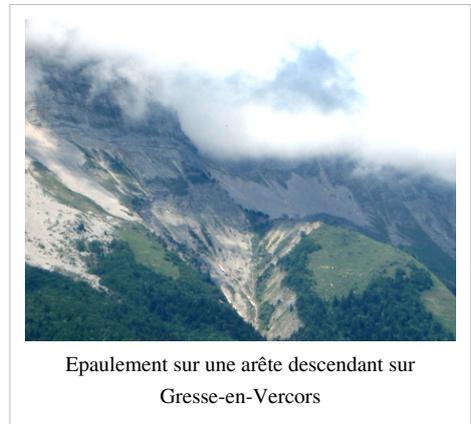
Les formes et formations glaciaires

Les *quaternaristes*^[8] observent et étudient :

- des vallées, des cirques et des moraines. Dans les vallées, en particulier, il est possible de connaître l'altitude atteinte par la glace lors des glaciations en utilisant certaines formes héritées de celles-ci – les sites témoins – tels les épaulements que présentent parfois les arêtes descendues des sommets latéraux en direction du talweg des vallées.
- des formations issues de la glace prise dans des sédiments fins dites hydrolaccolites qui regroupent les pingo, paises et lithalses dont les reliques sont des laquets.
- des formations dites kettles, des drumlins, des pipkrates, des laquets, des « *fers à repasser* » et des dreikanTERS.
- d'épais dépôts de loess et de limons, accumulés sur de vastes surfaces en Amérique du Nord, sur les plateaux et les plaines d'Europe moyenne et en Chine septentrionale et, dans l'hémisphère Sud, en Argentine (Pampa). Transportés par le vent, les loess finissent par former une couverture plus ou moins épaisse (jusqu'à 200 m en Chine^[9]), rendant fertiles ces régions mais en posant des problèmes de stabilité (sols très vulnérables à l'érosion). Par exemple, la région des Börde (en Allemagne) ou celle de Shanxi (vallée du Huang He en Chine) sont tapissées de loess.

Certains paysages actuels : formations végétales, lacs, etc. sont des héritages directs de ces épisodes climatiques :

- des landes^[citation nécessaire] d'origine glaciaire : par exemple, la plaine de la Geest (Allemagne) et la plaine polonaise sont concernées par les dépôts morainiques du Quaternaire avec de nombreuses landes (Lande de Lunebourg) ou de collines (Mazurie polonaise) encadrant des fleuves qui coulent vers le nord ;
- des paysages de marais et de tourbières (marais de Pinsk en Ukraine)
- des lacs (Lac Ladoga, Lac Onega en Russie ; Grands Lacs en Amérique du Nord).



Epaulement sur une arête descendant sur Gresse-en-Vercors

Les méthodes de reconnaissance des glaciations

Chronologie isotopique

Article détaillé : Chronologie isotopique.

La présence de l'isotope 18 de l'oxygène (^{18}O) est moins importante dans les eaux océaniques proches des pôles que dans celles proches de l'équateur. Ceci est dû au fait que cet isotope est plus lourd que l'isotope ^{16}O ; en conséquence, il s'évapore plus difficilement et se condense plutôt facilement, ce qui empêche une migration importante vers les pôles.

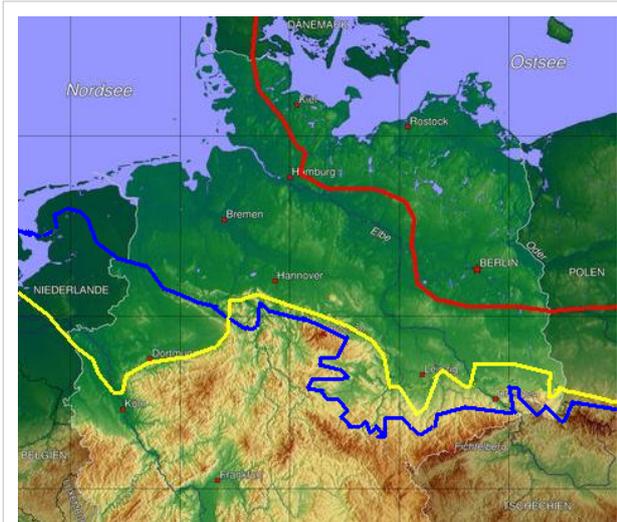
Si on analyse un échantillon de glace ancienne, moins il y a d'isotope ^{18}O , plus il faisait froid au moment de la formation de la glace. Au contraire, dans une carotte provenant des tropiques (sédiments issus de foraminifères benthiques), une augmentation de l'isotope ^{18}O signe un refroidissement global (diminution de la température marine et accumulation de glace aux pôles)^[10].

Les sédiments des fonds océaniques et les glaces accumulées aux pôles ou au Groenland ont gardé les traces des variations de concentration des isotopes de l'oxygène au cours du temps. Par exemple, la glace formée il y a 10 000 ans permet de connaître la concentration en isotope ^{18}O de l'atmosphère de cette époque. Selon la concentration, on peut donc reconstituer les fluctuations des températures globales au cours du temps sur de longues périodes et définir ainsi les stades isotopiques de l'oxygène.



Calotte glaciaire du Vatnajökull, Islande (image de Hubble, NASA, 2004)

Des cycles glaciaires récents



Les limites des dernières glaciations en Europe Nord centrale (en rouge : le maximum du Weichsel, en jaune de la glaciation du Saale (Drenthe stage); en bleu : la glaciation de Elster.

La fin du Cénozoïque est marquée par le retour de glaciations, dites quaternaires, d'environ 2,6 millions d'années à 12 000 ans avant le présent.

Les glaciations quaternaires correspondent à la mise en place d'un climat qui se refroidit et au retour cyclique de périodes froides (dites Glaciaires) et tempérées (Interglaciaires). Il y a environ 12 000 ans a débuté la période interglaciaire actuelle : l'Holocène.

Le Pléistocène supérieur correspond au dernier cycle interglaciaire/glaciaire (d'environ 130 000 à 12 000 avant le présent) qui se termine par le Tardiglaciaire.

Différentes chronologies

La chronologie des cycles glaciaires répond aux règles stratigraphiques et à la définition de stratotypes, utilisables dans la région où ils ont été définis. La

chronologie alpine, si elle a le mérite d'être la première établie, est fondée sur les traces morphologiques laissées par les moraines (Cf. travaux au XIX^e siècle de Penck & Bruckner). Les glaciations les plus puissantes sont mieux enregistrées ou les plus récentes : la poussée du glacier détruisant à chaque cycle les traces les plus anciennes. Ainsi seulement quatre grands cycles avaient initialement été reconnus. Les corrélations entre enregistrements sont parfois délicates.

Chronologie alpine

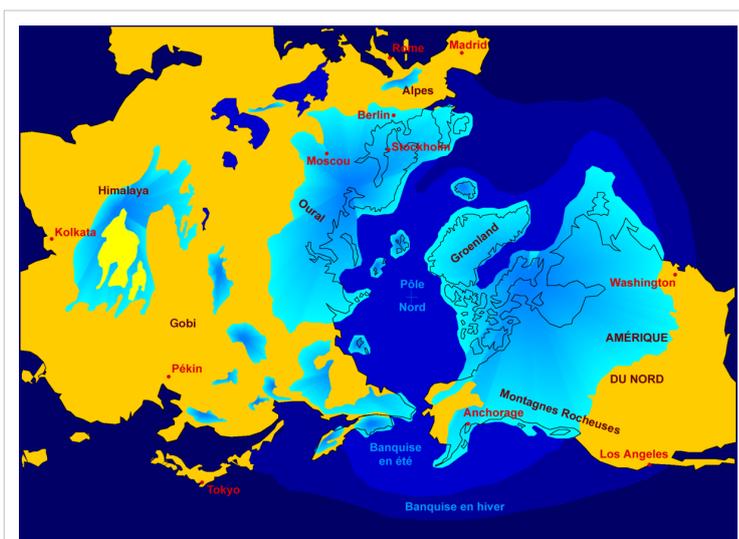
Période glaciaire	Âge (années)	Période interglaciaire
1 ^{re} période glaciaire, de Günz	600 000	1 ^{re} période interglaciaire, de Günz-Mindel
	540 000	
2 ^e période glaciaire, de Mindel	480 000	2 ^e période interglaciaire, de Mindel-Riss
	430 000	
3 ^e période glaciaire, de Riss	240 000	3 ^e période interglaciaire, de Riss-Würm
	180 000	
4 ^e période glaciaire, de Würm	120 000	
	10 000	

Index	Nom				Période interglaciaire	Période glaciaire en milliers d'années	Stade isotopique	Époque
	Alpine	Nord-américaine	Nord-européenne	Grande-Bretagne				
				Flandrien	interglaciaire	auj. – 12	1	Holocène
1 ^{re}	Würm	Wisconsinien	Weichselien ou Vistulien	Devensien	période glaciaire	12 – 110	2-4 & 5a-d	Pléistocène
	Riss-Würm	Sangamonien	Eemien	Ipswichien	interglaciaire	110 – 130	5 ^e	
2 ^e	Riss	Illinoien	Saalien	Wolstonien ou Gipping	période glaciaire	130 – 200	6	
	Mindel-Riss	Yarmouthien	Holsteinien	Hoxnien	interglaciaire	200 – 300/380	7,9,11	
3 ^e – 5 ^e	Mindel	Kansien	Elsterien	Anglien	période glaciaire	300/380 – 455	8,10,12	
	Günz-Mindel	Aftonien		Cromerien	interglaciaire	455 – 620	12-15	
7 ^e	Günz	Nebraskien	Menapien	Beestonien	période glaciaire	620 – 680	16	

Période plus anciennes du Pléistocène

Nom	Inter/Glaciaire	Période en milliers d'années	Stade isotopique	Époque
Pastonien	interglaciaire	600 – 800		
Pré-pastonien	glaciaire	800 – 1300		
Bramertonien	interglaciaire	1300 – 1550		

La dernière glaciation



Étendue des calottes et inlandsis de l'hémisphère Nord lors du Dernier Maximum Glaciaire (le trait de côte ne correspond pas au niveau des mers d'il y a 22-18000 ans, 120 m plus bas en moyenne)

Tian Shan et Kunlun.

Ces régions en conservent les traces géomorphologiques.

Le dernier Glaciaire (environ 120 000 à 10 000 ans) est nommé glaciation de Würm dans les Alpes, Weichsel en Europe du Nord et Wisconsin en Amérique du Nord.

Les principaux inlandsis se situaient :

- sur le bouclier canadien et les Rocheuses (voir l'article Glaciation du Wisconsin) ;
- dans les Andes au niveau de la Bolivie et de la Patagonie ;
- en Islande ;
- sur les îles Britanniques, l'Europe du Nord, le nord de la Russie et de la Sibérie ;
- dans l'Altai ;
- dans les Monts de Verkhofansk ;
- dans l'Himalaya, l'Hindū-Kūsh, les monts

Le Petit Âge Glaciaire

Article détaillé : Petit âge glaciaire.

Le *Petit Âge Glaciaire* correspond non pas à une glaciation à proprement parler mais d'une fluctuation climatique froide à l'intérieur de l'Interglaciaire Holocène, d'autant mieux mis en évidence qu'il est récent. L'hémisphère Nord a connu un net refroidissement, entamé dans la seconde moitié du XIV^e siècle — avec un minimum thermique au XVII^e siècle — qui a persisté jusqu'au début du XIX^e siècle. Appelée « *petite glaciation* » ou « *Petit Âge Glaciaire* (PAG)», il s'agit d'une période centrée sur le « minimum de Maunder » (1645-1715 proprement dit), qui semble correspondre à une faible activité solaire (ses taches étaient d'ailleurs peu visibles). Elle fut marquée par une série d'hivers particulièrement rigoureux, accompagnés de disettes et de famines^[11].



La Tamise gelée en 1677

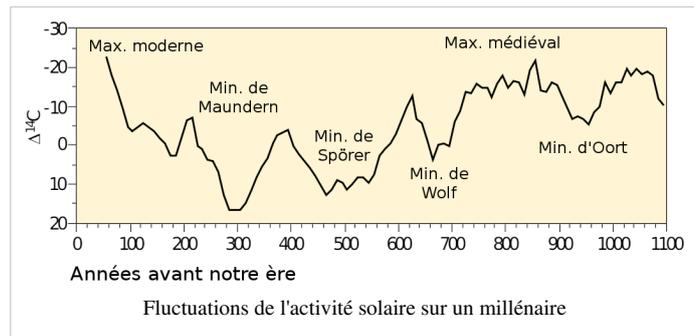


Paysage hivernal, Pieter Brueghel l'Ancien, 1595



Chasseurs dans la neige, Pieter Brueghel l'Ancien, 1565
(Kunsthistorisches Museum, Vienne)

Les conséquences de cet épisode froid ne sont pas négligeables, le climat en Islande et au Groenland était relativement doux pendant les trois cents premières années qui suivirent la colonisation viking. Il s'est ensuite fortement refroidi, y interdisant l'agriculture et y faisant disparaître les forêts.



Le retournement de 1900-1910

Le XIX^{ème} siècle aurait vu ses températures descendre jusque vers 1900-1910 dans le cadre d'un cycle lent de 5000 ans dû à la mécanique orbitale, pouvant faire craindre un nouvel âge glaciaire, mais la tendance se serait alors inversée^[12]

La littérature et la peinture illustrant les glaciations

Les romans préhistoriques font souvent état des paysages englacés comme ceux de l'auteure américaine Jean Auel dans la série du *Clan de l'Ours de la caverne*. B. du Boucheron a proposé dans *Court-Serpent*, une très intéressante fresque des conséquences du Petit Age Glaciaire pour les dernières populations vikings du sud du Groenland.

Références

- [1] Global Biogeochemical Cycles, Vol. 9, 1995, p. 377-389.
- [2] Weider, LJ & Hobaek, A (1997) *Postglacial dispersal, glacial refugia and clonal structure in Russian/Siberian populations of the arctic Daphnia pulex complex*. Heredity 78.
- [3] Hewitt, G (1999) *Post-glacial recolonization of European biota*. Biol. J. Linn. Soc. 68: 87-112.
- [4] Hewitt, GM (1996) *Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation*. Biol. J. Linn. Soc. 58: 247-79.
- [5] Hewitt, GM (2000) *The genetic legacy of the Quaternary ice ages*. Nature 405: 907-13.
- [6] Hewitt, GM (2004) *Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences 359: 183-95
- [7] Les paysages glaciaires (http://www.geoglaciaire.net/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=60/)
- [8] Chercheurs — géographes, géologues et préhistoriens — qui étudient le système Quaternaire (ère Cénozoïque).
- [9] Jean Riser, *Erosion et paysages naturels*, p. 43
- [10] Shackleton, N. J. & Hall, M. A. « The late Miocene stable isotope record, Site 926 », *Proc. ODP Sci. Res.* 154, 367–73 (1997).
- [11] Acot P. Histoire du climat.
- [12] <http://arstechnica.com/science/2013/03/global-temperatures-hung-a-u-turn-in-1900-reversing-a-5000-year-chill-down/>

Sources et contributeurs de l'article

Glaciation *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=97214489> *Contributeurs:* 120, Alno, Archeos, Badmood, Bastien Sens-Méyé, Ben2, Best friend fr, Bob08, Cdiot, Céréales Killer, Delorme, Diderot1, Elapied, Enversin, Eutvakerre, Former user 1, GaMip, Gabriel, Gemme, Genesis, Geoglaicière, Goliadkine, Guigui, Haypo, Herr Satz, Igel 14, Inisheer, Jd, Jean-luc goudet, Jide, Jljmt, Jygh, Jyp, Korg, Kromsson, Kyle the hacker, Laddo, Lamiot, Laurent Deschodt, Leandrod, Leo Fyllnet, Les3corbiers, Leszek Jańczuk, Litlok, Ltrlg, Ludo29, Luna04, MOSSOT, MaCRoEco, Marc Mongenet, Nastymushroom, Nataraja, Ocilya42, Oxam Hartog, Padawane, Parigot, Phe, Pierre Guillard, Pixeltoo, Pld, Propalta, Prv, Ptitclaud, Raph, RémiH, Sam Hocevar, Sanyi4, Sbrunner, Silverkey, Steppen, Stéphane33, TCY, Theoliane, Thérouane, Tiānxiànbǎobǎo, Tvpm, Urban, Vazkor, Vibraison, Z653z, Zubiburu, 55 modifications anonymes

Source des images, licences et contributeurs

Image:Disambig colour.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Disambig_colour.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Bub's

Image:Geology logo.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Geology_logo.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Tryphon

Image:IceAgeEarth.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:IceAgeEarth.jpg> *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 *Contributeurs:* Ittiz

Image:Atmospheric CO2 with glaciers cycles.gif *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Atmospheric_CO2_with_glaciers_cycles.gif *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Tom Ruen en:User:Tomruen

Image:Ice Age Temperature.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Ice_Age_Temperature.png *Licence:* inconnu *Contributeurs:* Bender235, Dragons flight, Dudley Miles, Editor at Large, Fabartus, Falcorian, Glenn, Herbythyme, Lamiot, Lumijaguuari, Michael Vogel, Pieter Kuiper, Pászörperc, RG2, Saperaud, Slomox, Wikinist, 11 modifications anonymes

Image:Iceage north-intergl glac hg.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Iceage_north-intergl_glac_hg.png *Licence:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* Hannes Grobe/AWI

Image:Iceage south-intergl glac hg.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Iceage_south-intergl_glac_hg.png *Licence:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* Hannes Grobe/AWI

Fichier:1198_SE_pom.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:1198_SE_pom.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 *Contributeurs:* User:Ptitclaud

Fichier:Vatnajökull.jpeg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Vatnajökull.jpeg> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Marc.M, Ranveig, Saperaud, Tillea, Ævar Arnfjörð Bjarmason, 1 modifications anonymes

Image:EisrandlagenNorddeutschland.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:EisrandlagenNorddeutschland.png> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Original uploader was Botaurus at de.wikipedia

Image:Northern icesheet-fr.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Northern_icesheet-fr.png *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* Hannes Grobe 23:06, 21 July 2006 (UTC), Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany, translated by Sting

Image:The Frozen Thames 1677.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:The_Frozen_Thames_1677.jpg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Boo-Boo Baroo, Bukk, Chriscombs, Infrogmation, Lx 121, Man vyi, Mattes, Osborne, Skipjack

Image:Pieter Bruegel d. Ä. 093.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pieter_Bruegel_d_Ä_093.jpg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* AndreasPraefcke, Auntof6, BoH, DenghiüComm, EDUCA33E, Emijrp, Ibn Battuta, Lewenstein, Leyo, Thib Phil, Wikiklaas

Image:Pieter Bruegel d. Ä. 106b.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pieter_Bruegel_d_Ä_106b.jpg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Oxag

Image:Activité solaire depuis 1000ans.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Activité_solaire_depuis_1000ans.png *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* USGS uploaded & modified by user:toony

Licence

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)