

Les mesures en paléoclimatologie 2



Que mesure-t-on ?

Entre autres paramètres, la composition isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène de la glace, les concentrations en particules solubles et insolubles, le volume total et la composition des bulles de gaz, la conductivité électrique, ...

Exemples de mesures :

1) la composition isotopique de l'oxygène

Une des méthodes les plus régulièrement utilisées et des plus intéressantes est la méthode de datation basée sur les fluctuations saisonnières de la composition des glaces en isotopes stables d'oxygène (^{16}O et ^{18}O).

La valeur du rapport $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$ des neiges et des glaces dépend de la température de condensation dans le nuage à l'origine des précipitations.

Plus la température est basse, plus les précipitations neigeuses sont pauvres en isotopes lourds (valeurs ? plus négatives, voir figure ci-contre).

Il y a donc des variations saisonnières du rapport isotopique et un binôme de couches été-hiver représente une année. C'est ainsi que l'on peut calculer l'âge de la glace (voir figure).

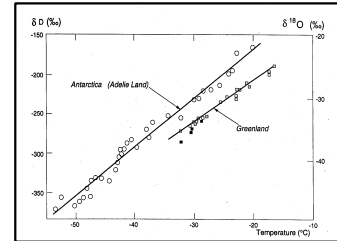
Cela dit, au-delà d'une certaine profondeur la datation devient plus laborieuse suite à la déformation interne de la glace. On fait donc appel à d'autres méthodes que l'on expliquera plus loin.

Hormis les fluctuations annuelles de la température, cette méthode permet aussi de connaître l'évolution des températures moyennes à long terme et donc de mesurer des variations climatiques. En effet, pour les raisons décrites ci-dessus, les glaces formées pendant une période froide ont un rapport $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$ plus bas que celles formées pendant une période moins froide (ou chaude).

2) l'analyse des inclusions gazeuses

L'analyse des bulles de gaz emprisonnées dans la glace, par chromatographie en phase gazeuse, permet de détecter des variations de teneur en gaz atmosphérique du passé. En particulier en CO_2 et en CH_4 , tous deux gaz à effet de serre. Ces variations sont en phase avec les variations de la température (voir panneau 3).

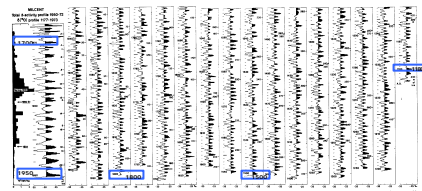
Relation température – signal isotopique de ^{18}O .



On peut voir clairement une relation linéaire entre la température et le signal isotopique des précipitations.

Source: Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Gundestrup N. (1973). Stable isotope glaciology. Medd Gronl 197 (2): 1-53

Comptage des binômes été-hiver = 1 an



Source: Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Gundestrup N. (1973). Stable isotope glaciology. Medd Gronl 197 (2): 1-53

3) Mesures de l'acidité de la glace et de sa teneur en sulfates

Au départ, la glace présente une légère acidité essentiellement due à la présence de SO_4^{2-} dans l'atmosphère sous forme d'aérosols. Hors, les aérosols peuvent servir de noyaux de condensation pour la formation de la neige qui est à l'origine de la glace. Ainsi, les carottes glaciaires enregistrent les variations du contenu en SO_4^{2-} de l'atmosphère, sous forme de H_2SO_4 (l'acidité reflète la concentration des ions H^+ dans la glace).

Lors d'une glaciation, le niveau de la mer descend, ce qui provoque l'émergence du plateau continental. De plus, la circulation atmosphérique s'intensifie, et les vents sont plus violents dans les zones tropicales désertiques. De fines particules carbonatées d'origine marine ou continentale peuvent ainsi être emportées dans l'atmosphère par le vent et se retrouver dans les précipitations neigeuses des régions polaires. Celles-ci et donc la glace seront moins acides que lors des périodes inter-glaciaires. La conductivité de la glace sera alors plus faible (voir photo ci-dessous).

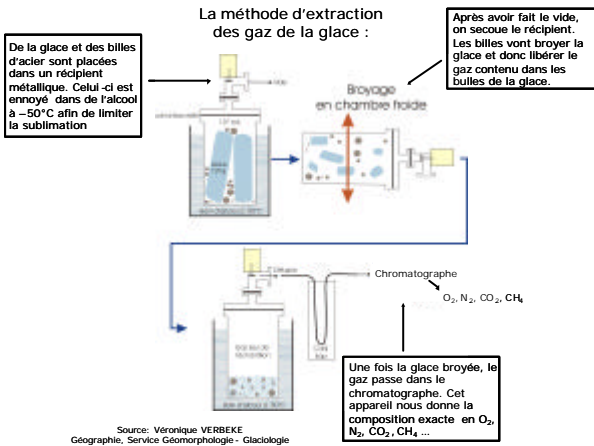


Source: Mesure de la conductivité électrique en courant continu sur une carotte du sondage North GRIP (Photo: J.-L. Tison)

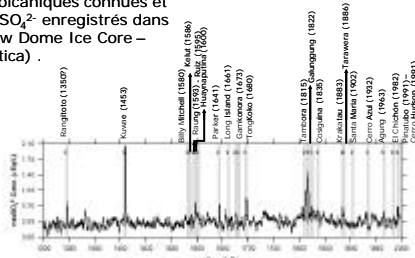
De plus, sachant que les volcans libèrent de grandes quantités de SO_2 dans l'atmosphère, on peut mesurer ces apports soudains dans la glace (voir figure ci-contre). Ainsi, en connaissant la date des éruptions (ce qui est fréquent pour nombre d'entre-elles) on peut connaître l'âge de la glace qui contient le pic de SO_4^{2-} correspondant. Ces dates peuvent être utilisées comme repères pour les modèles mathématiques qui permettent de dater les couches profondes des glaces polaires. C'est ce qu'on appelle les points de calages.



Date : mars 2004



Correspondance entre les éruptions volcaniques connues et les pics de SO_4^{2-} enregistrés dans la glace (Law Dome Ice Core – East Antarctica) .



Source: www.antorc.utlas.edu.au/~tas/home/reprints/2001%20-%20IGR%20-%20Palmer%20-%20Voic.pdf

Auteurs : Masson Florence ; Dujardin Juliette ; Geiffus Nicolas - Xavier.