

Dans le monde...

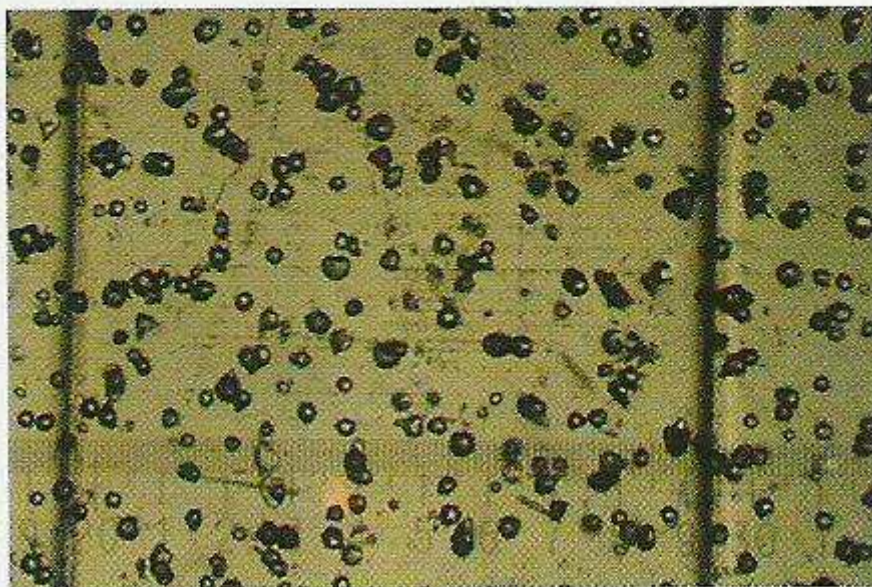
Il y a 240 000 ans, l'augmentation de la température de l'air a précédé celle de sa teneur en CO₂

Les carottes extraites des glaces du Groenland ou de l'Antarctique constituent des archives uniques du climat passé de notre planète (Masson-Delmotte et Chappellaz, 2002).

L'interprétation des mesures de la composition chimique et isotopique de la glace et des bulles d'air qu'elle renferme n'en reste pas moins une tâche délicate. Si la corrélation entre les concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre et la température ne fait aucun doute à l'échelle des 420 000 dernières années, la chronologie exacte des événements climatiques reste difficile à établir. En effet les indicateurs habituels de la température se trouvent dans la glace, alors que les concentrations des gaz à effet de serre sont mesurées dans les bulles d'air qui y ont été faites prisonnières. Or, l'air continue à circuler entre les cristaux lorsque la neige se transforme et devient névé. Ce n'est qu'après un long processus de transformation de la neige en glace que l'air se trouve piégé sous forme de bulles sans communication avec l'atmosphère. A une profondeur donnée dans la carotte, les bulles d'air sont donc plus jeunes que la glace environnante et l'incertitude sur la différence d'âge correspondante est de l'ordre de 1 000 ans.

C'est pourquoi Nicolas Caillon (Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Saclay) et une équipe internationale de climatologues (Caillon et al., 2003) ont cherché un indicateur de la température qui soit contenu, non dans la glace de Vostok, mais dans les bulles d'air qu'elle renferme, et cela pour la transition glaciaire interglaciaire survenue il y a 240 000 ans (*Termination III* en anglais).

Bulles d'air fossile incluses dans la glace. Les bulles que l'on voit ici ont une taille réelle de 0,3 mm. (Photo M. Delmotte)



Les conclusions de ces chercheurs sont les suivantes : l'argon, troisième constituant de l'atmosphère terrestre (0,96 %), existe sous forme de trois isotopes stables, ^{36}Ar , ^{38}Ar , et ^{40}Ar , la dernière forme étant la plus courante avec une abondance relative de 99,6 %. La composition isotopique de l'argon dans l'atmosphère est constante aux échelles de temps qui nous intéressent mais on observe un fractionnement isotopique de l'argon dans les bulles d'air lors de la transformation de la neige en glace.



Schéma de la transformation de la neige en glace avec inclusion de bulles d'air. (D'après un document de l'université de Washington, à l'adresse Internet [www.geophys.washington.edu])

Il y a là à la fois un effet gravitationnel (l'isotope le plus lourd est plus facilement piégé dans les bulles situées en profondeur) et un effet thermique (les isotopes lourds migrent vers les zones froides). Compte tenu de la très bonne corrélation entre le fractionnement en ^{40}Ar dans les bulles d'air et la température donnée par

les isotopes de l'eau, tout laisse à penser que l'enrichissement observé en ^{40}Ar est directement lié à la hauteur de la colonne diffusive dans le névé, qui elle-même est liée à la température. L'argon des bulles d'air fournit donc une mesure de la température du même âge que les gaz à effet de serre piégés dans ces mêmes bulles.

Figure 1 - Enregistrements de l'enrichissement en argon-40 ($\delta^{40}\text{Ar}$) et de la concentration en CO_2 en fonction de l'âge de l'air (carotte de Vostok). La concentration atmosphérique en CO_2 est une combinaison de nouvelles données et de données déjà publiées. L'échelle d'âge pour l'enregistrement du CO_2 a été décalée de 800 ans pour obtenir la meilleure corrélation possible entre les deux courbes. (D'après Caillon et al., 2003. Reprinted with permission from fig. 4 from Caillon et al.; Science 299: 1728-1731 (2003). © 2003 American Association for the Advancement of Science).

