



Reconstruction des climats du passé **Les archives climatiques et leur importance pour les modèles climatiques**

[Jeanne Gherardi-Scao] Reconstituer les variations passées du climat passe donc par la reconstitution des paramètres climatiques et leur évolution dans le temps.

Ces paramètres sont différents selon la composante du système climatique que l'on va étudier. Cela peut être la température, les précipitations si on considère des archives continentales, mais cela peut également être la salinité, l'acidité, ou la température de l'océan.

Cela impose une approche indirecte, on ne peut pas mesurer la température de la surface de l'océan, il y a 25 000 ans, par exemple. On parle donc d'indicateurs climatiques ou proxies climatiques, que les paléo-paléoclimatologues vont dénicher dans des archives très variées.

L'Histoire climatique se retrouve essentiellement dans 4 types d'archives différentes : les sédiments, qu'ils soient marins, lacustres ou terrestres, la glace, les coraux et les arbres.

Sur les continents, le Loess par exemple, est un indicateur très répandu en Europe et en Amérique du Nord. C'est un empilement de particules très fines, transporté par le vent qui se forme surtout pendant les phases froides et sèches des périodes glaciaires. Ils enregistrent ainsi l'alternance des phases glaciaires-interglaciaires en Europe et en Amérique du Nord.

Mais on peut également citer les pollens qui se conservent très longtemps dans les sédiments lacustres ou dans les tourbières. La distribution et la quantité des différents pollens présents dans un site permettent d'évaluer les conditions de températures et de précipitations à ce site à la condition bien sûr, de connaître la distribution actuelle de ces pollens.

Que ce soit donc à partir de marqueurs vivants ou de facteurs physiques, les reconstitutions doivent être soigneusement validées et datées pour nous éclairer précisément sur les changements climatiques passés. Il est indispensable de

croiser les archives et comparer les résultats continentaux et océaniques pour que notre vision du système climatique et son évolution soit complète. C'est ainsi que l'analyse des sédiments marins a confirmé la théorie de Milenkovic.

Plus spécifiquement, c'est l'analyse des squelettes calcaires des micro-organismes, les foraminifères, vivant à la surface des océans mais que l'on retrouve dans les sédiments marins, qui a permis de reconstituer la température de surface des océans et son évolution dans le passé. La température de surface des océans est en effet un paramètre essentiel du climat car non seulement elle contrôle les échanges d'eau et de chaleur avec l'atmosphère mais elle module également la solubilité des gaz et leur taux d'échange avec l'atmosphère. C'est aussi le paramètre le plus largement reconstruit à partir de différents indicateurs. Les foraminifères sont ainsi des témoins climatiques précieux et précis.

La reconstitution de l'évolution de la température passe soit par la quantification de l'abondance d'une espèce par rapport à une autre, soit par l'analyse de la composition de leur squelette. Le rapport magnésium/calcium par exemple, se comporte comme un paléo thermomètre : c'est-à-dire que lors de l'élaboration de leur coquille calcaire, on appelle cela un test, les foraminifères vont incorporer du magnésium et du calcium, à un rapport qui est lié à la température. Les calibrations sont établies selon les espèces, pour être le plus précis possible.

On utilise aussi le thermomètre isotopique, c'est-à-dire l'analyse des proportions des différents isotopes de l'oxygène contenus dans la calcite des squelettes de foraminifères. Celle-ci dépend en effet de la température de l'eau mais également de la composition isotopique de l'eau de mer. L'utilisation combinée et comparée de ces différents proxies a permis de reconstituer des archives climatiques précises. Grâce à elles, on a donc pu démontrer que les paramètres orbitaux étaient bien à l'origine des alternances entre les périodes glaciaires et les périodes interglaciaires.

L'analyse des cycles glaciaires-interglaciaires via les archives climatiques a également mis en évidence les interactions entre les différents forçages climatiques.

Ainsi, si comme on l'a vu les mouvements lents de la Terre autour du Soleil sont les moteurs du cycle glaciaire, la façon dont ces cycles sont marqués dépend aussi des modifications de la teneur en eau atmosphérique en gaz à effet de serre.

L'analyse des bulles d'air dans les glaces, a en effet mis en évidence des variations de la concentration des gaz à effet de serre au cours des cycles glaciaires et le fait qu'elles amplifient les contrastes entre les périodes glaciaires et les périodes interglaciaires, comme on peut le voir sur les courbes bleu et rouge de la figure.

Les glaces de l'Antarctique permettent pour le moment, de reconstituer l'évolution du CO₂ et du méthane atmosphérique jusqu'à 800 000 ans. Un projet est en cours pour remonter jusqu'à 1,2 millions d'années, ce qui permettrait d'étudier la transition entre une alternance de cycles glaciaires-interglaciaires rythmée à 100 000 ans, donc contrôlée par l'excentricité et qui caractérise le dernier million d'années et des oscillations glaciaires-interglaciaires sur une période plus courte de 40 000 ans en phase avec les changements d'obliquité.

Quel est le rôle du CO₂ en particulier dans cette transition ? C'est une des questions qui nous est posée. Comme les modèles climatiques sont basés sur la dynamique et la thermodynamique de l'atmosphère et l'océan, ils peuvent donc s'appliquer sur les périodes géologiques éloignées dans le temps.

Les archives climatiques vont ainsi permettre de valider les modèles en comparant les sorties de ceux-ci avec les données existantes. Cela s'applique aussi bien aux données très anciennes obtenues grâce à l'étude des archives climatiques que je viens de vous expliquer, qu'aux données historiques liées aux observations sur les dernières dizaines d'années.

Ces archives climatiques fournissent donc un banc d'essai indispensable pour tester la capacité des modèles du climat à représenter correctement l'amplitude, la vitesse et la structure spatiale des changements climatiques passés dans les périodes de transition en particulier.