

Archives climatiques et dérèglement climatique

Richard Maire

Directeur de recherche émérite au CNRS

Les médias se sont emparés des catastrophes climatiques : incendies, cyclones, inondations. Certes ces événements ont toujours existé, mais il y a aujourd'hui une forme d'emballement. En fait le dérèglement climatique est bien une réalité qui pose question : quelle est ou quelles sont les causes ? Cela nous plonge au cœur d'un sujet passionnant et complexe : le climat et son évolution au cours du temps. Faut-il être climato-sceptique ou à l'inverse insister sur la responsabilité des émissions de CO₂ (énergies fossiles) dans l'augmentation de l'effet de serre. Pour répondre à cette question, prenons du recul. Nous n'existons pas sans l'atmosphère, une véritable couverture chauffante, sans laquelle la vie serait impossible sur Terre. Si l'on remonte au début de l'histoire de la vie (entre 3,5 et 2,5 milliards d'années), on constate que le développement des cyano-bactéries (algues bleues marines) ont permis une baisse du taux de CO₂ et une importante phase d'oxygénation responsable d'un climat permettant le développement de la vie d'abord dans les océans. Avant le climat était trop chaud à cause d'un effet de serre trop important malgré une activité solaire plus faible.

Le soleil et les paramètres astronomiques

Le paramètre fondamental du climat, c'est le soleil et l'inclinaison des rayons solaires à la surface du globe. Or le mot climat vient justement du grec ancien « klino » qui signifie inclinaison. Ainsi, à propos des régions tropicales, le célèbre botaniste Francis Hallé a écrit « Un monde sans hiver » car ici les rayons arrivent pratiquement à la verticale contrairement aux régions polaires ! Il se trouve que la chaleur tropicale a favorisé le gigantisme des animaux tropicaux comme les dinosaures au Secondaire et aujourd'hui l'éléphant ou le requin-baleine. C'est aussi le cas de la végétation.

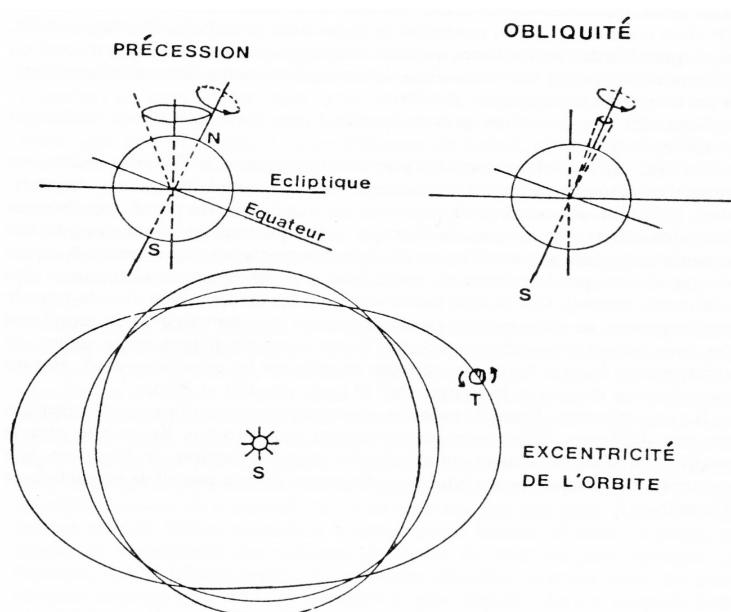


Fig. 1 : Les 3 paramètres astronomiques du climat (d'après J. Labeyrie, 1985)

Dans l'évolution du climat, rappelons aussi le rôle fondamental joué par trois paramètres astronomiques (fig. 1) :

- 1) L'excentricité de l'orbite terrestre responsable de cycles de 400 000 et 100 000 ans.
- 2) L'obliquité ou inclinaison de l'axe de la Terre (angle entre axe de rotation et plan de l'orbite terrestre) responsable de cycles de 41 000 ans.
- 3) La précession des équinoxes correspondant au mouvement de toupie de l'axe terrestre (décalage des solstices et des équinoxes) responsable de cycles de 26 000 ans.

Ces paramètres expliquent la variation de l'ensoleillement, et donc les cycles climatiques glaciaires-interglaciaires au cours du Quaternaire. C'est ainsi qu'est née en 1941 la théorie astronomique des paléoclimats du serbe Milankovitch.

Les archives climatiques

Afin de comprendre l'évolution du climat, il est indispensable d'étudier les archives naturelles du climat. Les plus précises sont les glaces polaires, les concrétions de grotte (ou spéléothèmes) et les cernes des arbres. On peut y ajouter les sédiments océaniques qui renseignent sur l'évolution des paléotempératures. Glaces, concrétions, cernes sont de véritables horloges enregistreuses qu'il convient de déchiffrer. Elles permettent de remonter de plusieurs millénaires à plusieurs centaines de millénaires.

J'insisterai sur les spéléothèmes (ou concrétions de grotte), notamment les stalagmites, car la paléoclimatologie a beaucoup progressé depuis 30 ans. Grâce à mon collègue Dominique Genty, paléoclimatologue bordelais de renommée internationale, nous préparons à l'Université de Bordeaux et au CNRS (Maison des Suds), une spéléothèque qui a déjà permis de regrouper plus de 2000 échantillons en provenance du monde entier, et cela aussi grâce à l'aide de deux autres collègues, Ludovic Devaux (ingénieur, paléoclimatologue) et Olivier Norman-Thomas (anthropologue). Le but est de ne pas perdre ces archives afin qu'elles servent à de futures recherches (fig. 2).



Fig. 2 : Tri des échantillons dans le sous-sol de la Maison des Suds pour la spéléothèque.

Comme le montre le récent ouvrage de Dominique Genty (fig. 4), il est remarquable de constater que les spéléothèmes sont à la fois des œuvres d'art de la Nature et des archives climatiques et environnementales d'une grande précision. Les stalagmites sont d'abord le « soleil du passé » car elles ne se

forment pas dans des conditions froides. Ce sont ensuite des « horloges du passé » car, en plus de leurs lamines annuelles (comme les cernes des arbres, fig. 3), il est possible de les dater avec précision par la méthode radiométrique Uranium/Thorium. Et ce sont enfin des « thermomètres du passé » car il est possible de connaître les paléotempératures par l'étude des isotopes de l'oxygène ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$). Les sédiments océaniques et les carottes des glaces polaires avaient déjà permis de mettre en valeur les paléotempératures par l'étude des isotopes de l'oxygène et les cycles glaciaires-interglaciaires de l'ère quaternaire ; mais les spéléothèmes présentent un enregistrement plus précis, parfois à quelques années près.



Fig. 3 : lamines et cernes annuels de croissance : à gauche dans une concrétion de Nouvelle Guinée (perle de caverne), à droite dans un *Nothofagus* de Patagonie chilienne (R.Maire).

Les archives historiques ne doivent pas être oubliées, par exemple la date des vendanges, l'augmentation du prix des céréales, les famines, etc. Ces archives sont en fait des marqueurs climatiques et sociaux qui ont permis de souligner le rôle du climat dans l'effondrement de l'empire Ming en Chine au XVII^eS (refroidissement du Petit Age Glaciaire, famines). Il en est de même pour l'effondrement des civilisations de la Méditerranée orientale au XII^eS av. J.-C. à cause des aléas climatiques (sécheresse, famines...).

Si l'on veut remonter plus loin dans l'histoire du climat de la Terre, il faut faire appel aux archives géologiques qui vont préciser l'environnement, dont le climat. Ainsi les fossiles du Carbonifère (fougères géantes, 300 millions d'années) et du Jurassique (Dinosaures, 200 Ma) indiquent des périodes chaudes. En revanche, les tillites (varves glaciaires) du Sinien (700 millions d'années) en Chine témoignent de la glaciation globale appelée « terre boule de neige ». Des couches volcaniques importantes peuvent être aussi des indicateurs d'événements majeurs comme l'extinction de masse de la fin du Permien il y a 250 millions d'années (volcanisme sibérien) et l'extinction des dinosaures il y a 65 millions d'années environ (trapps du Deccan en Inde) + le rôle de la météorite géante de Chicxulub (Yucatan au Mexique).

Le dérèglement climatique actuel

Aujourd'hui le dérèglement climatique est un fait avéré. L'augmentation de la température moyenne depuis plus de 100 ans est de + 1,5°C, dont 1°C pour les trois dernières décennies. Ainsi Dominique Genty a pu mesurer une augmentation de 1°C depuis 30 ans dans les grottes du Périgord. Il existe donc une forte accélération au cours des dernières décennies.

Le grand responsable de ce réchauffement global est le fameux CO₂, c'est-à-dire le gaz carbonique ou dioxyde de carbone qui favorise l'effet de serre. Le principe de l'effet de serre est découvert en 1824 par le physicien français Joseph Fourier. Quant au rôle direct joué par le CO₂ (mais aussi le méthane et la vapeur d'eau), il est découvert en 1859-60 par le physicien irlandais John Tyndall. Et en 1896 le chimiste suédois Svante Arrhenius a une intuition géniale ; il lance l'alerte sur le risque de réchauffement climatique à cause de la consommation massive de charbon. Il obtient le prix Nobel en 1903. Puis les années passent !

Entre 1950-70, les travaux des pétroliers Exxon et Shell ont souligné les risques de réchauffement, mais tout est resté volontairement sous le tapis.

Depuis 1958, le taux de CO₂ est mesuré en continu à Mauna Loa (Hawaï). En 1979, le rapport américain Charney marque une étape cruciale dans l'alerte au réchauffement climatique. Et depuis la création du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) en 1988, les six rapports n'ont cessé de confirmer et préciser la réalité du réchauffement et du dérèglement climatique à cause des impacts de notre civilisation industrielle et l'utilisation massive des énergies fossiles.

Si l'on atteint +5°C de réchauffement à la fin du XXI^eS, ce serait l'équivalent de la différence de température entre la dernière glaciation et l'époque interglaciaire actuelle. Ce réchauffement qui a demandé 10 000 ans est en train de se réaliser en un siècle, soit 100 fois plus vite. La Terre survivra bien sûr, mais qu'en sera-t-il de notre civilisation ? Nous avons aujourd'hui tous les diagnostics. En réponse à l'ouvrage précurseur de l'ingénieur agronome René Dumont en 1973 « *L'utopie ou la mort* », Edgar Morin répond en 2017 : « *Le temps est venu de changer de civilisation* » (Ed. L'Aube). Mais cela va demander des décennies. Pour cela il faut, dit-il « *une régulation du progrès scientifique et technologique* », donc de l'éthique. Pas évident !

En 2018, une superbe caricature de Plantu permet de terminer sur une belle note d'humour. Si Galilée était parmi nous aujourd'hui, face aux débats entre climatologues et climato-sceptiques, il dirait : « *ET POURTANT ELLE CHAUFFE !* ».

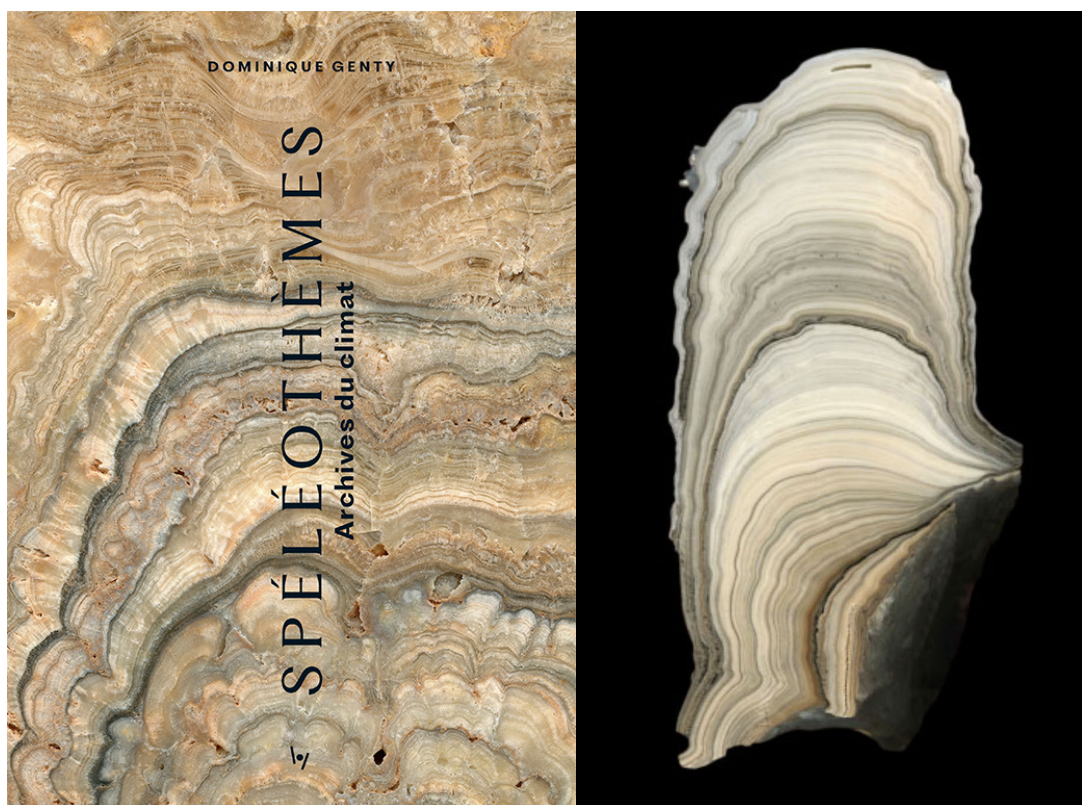


Fig. 4 : A gauche, couverture de l'ouvrage « Spéléothèmes – Archives du climat » de Dominique Genty (2022). A droite, stalagmite d'Algérie avec traces de feux préhistoriques (en noir) et enregistrement d'un changement climatique il y a 4200 ans (D. Genty).