

Les crises qui ont déjà frappé la Terre

La vie sur notre planète repose, depuis toujours, sur un équilibre assez instable. Les sols actuels conservent, pour qui sait les voir, les traces d'épisodes climatiques et d'événements cataclysmiques qui les ont modelés, bien avant que l'homme ne se charge de dérégler un système complexe... **PAR PATRICK DE WEVER**

La nature est supposée en équilibre, mais l'équilibre n'est pas la stabilité ou l'immobilité. Il s'agit d'un «équilibre dynamique», en d'autres termes un déséquilibre en perpétuel rééquilibrage. Parfois, lorsque les changements sont trop rapides, l'équilibre ne réussit pas à s'établir et un bouleversement intervient. On parle alors de crise, et des crises, il y en a des grandes et des petites, aux effets très variables. La nature résulte d'interrelations entre plusieurs systèmes: climat, volcanisme, tectonique, hydrologie, biologie... à toutes les échelles de temps et d'espace. Le résultat est particulièrement complexe car chaque élément dépend des autres. Le climat est l'un d'eux, et il est très éclairant d'en regarder les modifications au cours du temps, notamment depuis les derniers 700 millions d'années.

Parler du climat passé de la Terre, ce n'est pas évoquer la météo de notre quotidien, de telle ou telle région. Les

échelles temporelles et spatiales sont très différentes. Nous parlons ici du climat global de la planète, qui concerne des dizaines de millions d'années – et non les modifications que nous suivons au quotidien. L'histoire du climat de la Terre, comme pour toute discipline historique, est d'autant plus difficile à connaître que l'on s'éloigne dans le temps. Les facteurs qui interviennent sur le climat sont d'ordre astronomique (cycles de rotation de la Terre et de celle-ci autour du Soleil), tectonique (déplacements de blocs continentaux), lié à la composition de l'atmosphère (gaz à effet de serre), océanique (hauteurs du niveau marin et circulations), biologique (activité photosynthétique, couvert végétal, formation de nuages, altération des roches), minéralogique (volcanisme, altération des roches). Ces éléments ont des influences plus ou moins fortes selon les circonstances.

Le climat a toujours changé, parfois avec des périodes tellement froides que la planète s'est totalement recouverte

de glace. Elle n'était alors pas la planète bleue que nous connaissons, mais, toute blanche et désignée sous le terme de «Terre boule de neige» (*illustr.*). La dernière glaciation globale s'est produite il y a 600 millions d'années. Il y eut ensuite d'autres périodes de glaciations, mais plus jamais aussi totales.

Le yoyo des températures

En France, par exemple, les traces de périodes glaciaires sont visibles dans l'ouest de la Bretagne. Dans des sédiments fins, des galets impactent les sédiments sous-jacents vieux de 445 millions d'années. L'océan était alors riche en plancton. Pour former leur matière organique, les organismes ont pompé du CO₂ de l'atmosphère. Leurs restes se sont accumulés au fond de l'océan pour former des sédiments. Du carbone a donc été enfoui. Appauvri en gaz à effet de serre, le climat s'est refroidi jusqu'à conduire à une brève (à l'échelle géologique, c'est-à-dire d'un à deux millions d'années) glaciation.



Boule de neige Il y a plus de 600 millions d'années, un visiteur interstellaire n'aurait pas admiré la « Grande Bleue », mais découvert une planète blanchie par la plus grande glaciation que le globe ait connue. Cet épisode s'est déroulé avant la multiplication des formes de vie.

Ailleurs, de profondes stries glaciaires marquent le substrat rocheux: les glaciers contiennent souvent des blocs rocheux qui rabotent les sols, laissant de profonds sillons. De telles rainures, formées lors des récentes glaciations quaternaires, sont connues dans les Alpes ou les Pyrénées. Ces empreintes attestent de l'existence de glaciers à cet endroit. On en connaît dans des lieux qui peuvent surprendre. C'est le cas de profondes cannelures trouvées au cœur du Sahara où, il y a 445 millions d'années, un glacier s'étalait dans ce qui est aujourd'hui le désert du Ténéré. L'événement a été bref et brutal (*photo*). Les organismes vivants n'ont pas eu le temps de s'habituer à ce violent coup de froid suivi d'un réchauffement tout aussi rapide. Beaucoup d'espèces n'ont pas réussi à s'adapter à ces inversions brutales de températures. Elles ont alors disparu. Cette période est la première grande crise de biodiversité.

Du charbon pour... refroidir la planète

Le Carbonifère est une période (- 360 à - 300 millions d'années) qui doit son nom aux terrains qui se sont déposés à cette période et qui contiennent du charbon. Ce combustible s'est formé à partir de plantes qui ont été enfouies rapidement et n'ont donc pas pu se décomposer. Le CO₂ qu'elles ont prélevé dans l'air pour se développer n'est pas retourné dans l'atmosphère, qui s'en est appauvrie. Par ailleurs, à cette époque, s'érodait une très grande chaîne de montagnes: la chaîne hercynienne, dont on connaît des restes en Bretagne, dans le Massif central, les Ardennes...

L'altération des roches silicatées pompe aussi du CO₂ de l'air. Petit à petit, ce gaz à effet de serre a diminué et entraîné une baisse de température. La baisse fut si forte que la Terre est ...



Sous le sable Les rochers du Ténéré (Sahara) conservent des stries provoquées par les glaciers de l'Ordovicien (- 445 millions d'années), période marquée par une variation de climat brutale, qui a provoqué l'une des cinq plus grandes extinctions de masse.

Puits de carbone

Le Carbonifère (-360 à -300 millions d'années) voit la formation de sols formés de plantes qui n'ont pas pu se décomposer – et qui ont donc capturé des tonnes de CO₂ – mais aussi d'insectes géants comme des libellules géantes ou (ci-dessous) cette imposante *blattidae mylacridae*, ancêtre de nos cafards, découverte aux États-Unis.

SCIENCE HISTORY IMAGES/ALAMY STOCK PHOTO



SCIENCE HISTORY IMAGES/ALAMY STOCK PHOTO

... entrée dans une période glaciaire qui a duré près de 40 millions d'années. À la fin de l'ère primaire (vers 250 millions d'années), la tectonique des plaques reprend force et vigueur; des dorsales océaniques, volcaniques, très actives s'installent au milieu du méga-continent de la Pangée qui se fragmente alors. Le climat se réchauffe nettement. Très sec pendant un moment, l'évaporation importante conduit au dépôt

d'épaisses couches de sel. On en connaît aujourd'hui dans l'est de la France, sous le Jura et au-devant des Pyrénées. La température baisse ensuite mais reste à un tel niveau qu'elle permet le développement de récifs coralliens (il y a 160 millions d'années) tels ceux que l'on peut voir aujourd'hui dans l'Yonne (dont le rocher du Saussois, réputé pour les amoureux d'escalade).

Au Crétacé, il y a 150-100 millions d'années, la température moyenne à la surface du globe est de l'ordre de 25 °C (contre 15 °C actuellement). Les climats chauds et humides favorisent,

à terre, l'altération des minéraux silicatés et la formation de rouilles sous forme d'ocres, de bauxites et latérites qui colorent de jaune et rouge les paysages, tel le «Colorado provençal». Des blocs continentaux s'écartent, certains se rapprochent de nouveau, se rencontrent, s'épousent, se chevauchent, des montagnes se forment. Un bel exemple est la chaîne de montagnes qui s'étend des Alpes à l'Himalaya qui a commencé à s'élever il y a une cinquantaine de millions d'années. Ces reliefs importants conduisent à une augmentation de l'altération des roches, consommatrice de CO₂. La diminution

“ Preuve de l'intensité des bouleversements, la présence de récifs coralliens dans l'actuelle Bourgogne ”

de ce gaz à effet de serre expliquerait la diminution progressive de la température au Tertiaire.

Rejoindre l'Angleterre à pied

Au début de l'ère tertiaire, le climat va progressivement se refroidir tout au long de 60 millions d'années. La température des eaux profondes passe de 10 à 5 °C. La glace de mer commence à se former autour de l'Antarctique. Celles de l'hémisphère nord demeurent très éparées. Un tournant important se produit quand s'établit le «Courant Circumpolaire Antarctique» qui isole ce continent: événement majeur, relativement récent, car il contribue à l'établis-

sement des glaciations au Quaternaire, vers 3 millions d'années. Les glaces étant retenues aux pôles, le niveau marin baisse de plus de 100 mètres (il eut été possible d'aller à pied à Douvres, si *Homo sapiens* avait existé).

À partir de ce moment, le climat oscille entre deux états extrêmes, caractéristiques des stades glaciaires et interglaciaires. Nous sommes actuellement dans un stade interglaciaire, l'eau est réinstallée dans la Manche. L'origine des cycles glaciaires-interglaciaires est expliquée par les positions de la Terre autour du Soleil et connue sous le nom de la théorie astronomique des climats, appelés «cycles de Milan-

ković», marqués par des cycles emboîtés de diverses périodes (100 000, 40 000 et 21 000 ans).

Depuis 300 000 ans seulement, *Homo sapiens* s'est installée partout sur Terre et développe, depuis, une telle activité qu'elle arrive à marquer de son empreinte le climat. Les oscillations du climat de la Terre résultent de facteurs nombreux. Les effets sont donc aussi très variés et d'importances très inégales. En règle générale, les conséquences sont d'autant plus fortes que les modifications sont rapides. Ce point est surtout visible pour les conséquences sur le vivant; plus que l'importance des changements, c'est leur rapidité qui compte.

Variations globales du climat depuis 700 millions d'années

Les périodes glaciaires sont indiquées en bleu, les périodes de température supérieure à la moyenne actuelle sont en rouge. Le climat de la Terre a été généralement plus chaud qu'aujourd'hui. Nous avons connaissance de cinq crises majeures du monde vivant (à -450, -360, -250, -200 et -66 millions d'années). Avant 550 millions d'années, le registre fossile est trop mal documenté. Ces grandes crises du monde vivant correspondent à plusieurs subdivisions de l'échelle des temps car, justement, celle-ci a été initialement fondée sur les grandes modifications du registre fossile. Toutes ces

grandes crises du monde vivant résultent d'une conjonction de plusieurs facteurs. Parmi les causes, trois se retrouvent. Le climat, d'abord, intervient principalement pour trois d'entre elles: à -450, -365, -250 millions d'années. Ensuite, des épisodes de gigantesques épanchements volcaniques, incomparablement plus importants que ceux que nous connaissons de nos jours, jouent un rôle à -365, -250 et -66 millions d'années. Enfin, la variation du niveau marin, notamment lié à l'activité des dorsales océaniques, marque les crises qui ont éclaté il y a -550 et -250 millions d'années.

