



Le dernier grand réchauffement

Lee Kump

De nouveaux indices suggèrent que le plus brutal des réchauffements climatiques préhistoriques s'est fait à un rythme modéré comparé à celui que nous connaissons aujourd'hui. Cet épisode est riche d'enseignements pour notre futur.

La plupart des visiteurs du Spitzberg, la plus grande île de l'archipel norvégien du Svalbard, sont attirés par les ours polaires. Nous l'étions par ses roches. Durant l'été 2007, avec mes collègues, tous géologues et climatologues, nous avons débarqué sur cette île arctique avec l'espoir d'y trouver des preuves de ce que l'on considérait alors comme l'épisode de réchauffement global le plus brutal de tous les temps. Deux heures de marche en terrain accidenté nous séparaient encore des affleurements rocheux susceptibles de renfermer ces indices. Tandis que nous avançons sur des poches de neige glissante et des plantes rabougries, j'imaginai l'époque où des palmiers, des fougères et des alligators peuplaient probablement cette région.

En ce temps-là, il y a quelque 56 millions d'années, j'aurais été ruisselant de sueur. Les recherches ont montré qu'à cette époque, en l'espace de quelques milliers d'années (un bref instant à l'échelle des temps géologiques), les températures glo-

bales ont augmenté de 5 °C – une fièvre planétaire que les scientifiques nomment le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène. Les zones climatiques se sont décalées vers les pôles, sur terre et en mer, obligeant plantes et animaux à migrer, à s'adapter ou à mourir. Certaines des régions les plus profondes de l'océan se sont acidifiées et ont été privées d'oxygène, tuant nombre des organismes qui y vivaient. Il a ensuite fallu près de 200 000 ans pour que les mécanismes tampons naturels de la Terre fassent baisser la fièvre.

Le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène présente quelques ressemblances avec le réchauffement climatique d'origine humaine qui se déroule aujourd'hui. En particulier, le coupable était une libération massive, dans l'atmosphère et les océans, de gaz à effet de serre piégeant la chaleur, comparable en volume à ce que libérerait notre combustion des ressources énergétiques fossiles si elle se poursuivait pendant plusieurs siècles au rythme actuel. La connaissance de ce qui

s'est exactement passé durant le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène pourrait nous aider à anticiper notre avenir. Mais jusque récemment, plusieurs interrogations demeuraient. Aujourd'hui, des réponses apportent une vision peu réjouissante : elles suggèrent que les conséquences du dernier grand réchauffement global de la planète n'étaient rien comparées à ce qui pourrait nous attendre, et elles confortent les prédictions selon lesquelles l'humanité souffrira si nous ne modifions pas notre comportement.

Le point de départ : des gaz à effet de serre

Les paléoclimatologues pensent aujourd'hui que le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène s'est déroulé selon le scénario suivant. Il aurait commencé, en quelque sorte, par la combustion de ressources fossiles. À l'époque, la Pangée, le

supercontinent dont sont issus les continents actuels, subissait les dernières étapes de son fractionnement ; la croûte terrestre se déchirait, formant le Nord-Est de l'océan Atlantique. En conséquence, d'énormes quantités de roche fondue et de chaleur intense sont remontées à travers la masse terrestre qui reliait le Groenland et l'Europe, cuisant des sédiments riches en carbone et brûlant peut-être même du charbon et du pétrole près de la surface. Lors de leur cuisson, les sédiments ont libéré à leur tour de grandes quantités de deux puissants gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone et le méthane. D'après le volume énorme de ces éruptions, estimé par les laves et dépôts de cendres datés dans l'Atlantique et à proximité, on pense que les volcans furent probablement responsables d'une accumulation initiale de carbone de l'ordre de quelques centaines de gigatonnes. Cette quantité est suffisante pour faire augmenter les températures globales de quelques degrés. Mais la plupart des analyses, dont la nôtre, suggèrent qu'il a fallu un facteur supplémentaire pour atteindre le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène.

Des réactions en cascade

Une seconde phase de réchauffement plus intense aurait commencé quand la chaleur issue des volcans a déclenché d'autres types de dégagements gazeux. Le brassage naturel des océans a transporté la chaleur jusqu'aux fonds marins froids, où elle semble avoir déstabilisé de vastes réserves d'hydrates de méthane gelé qui y étaient enfouies. Quand les hydrates ont fondu, un bouillonnement de méthane gazeux est remonté à la surface, ajoutant encore du carbone dans l'atmosphère. Dans l'atmosphère, le méthane piège la chaleur beaucoup plus efficacement que le principal gaz à effet de serre actuel, le dioxyde de carbone. Il se convertit vite en dioxyde de carbone, mais aussi longtemps que le dégagement de méthane s'est poursuivi, des concentrations élevées de ce gaz ont pu se maintenir dans l'atmosphère, amplifiant l'effet de serre et la hausse des températures associée.

D'autres réactions en cascade ont sans doute participé au pic de réchauffement, libérant encore davantage de carbone des réservoirs de la terre ferme. Les sécheresses provoquées par le réchauffement dans de nombreuses régions, dont l'Ouest des

États-Unis et l'Europe de l'Ouest, ont vraisemblablement exposé les forêts et les tourbières au dessèchement et, dans certains cas, à des incendies généralisés. Le dessèchement, la cuisson ou la combustion de tout matériau vivant ou riche en matière organique émet des gaz à effet de serre. Les feux couvant dans les tourbières et les veines de charbon, que l'on a parfois vu durer des siècles à l'époque moderne, ont pu entretenir un dégagement soutenu.

Le dégel du pergélisol dans les régions polaires a probablement lui aussi exacerbé la situation. Ce sol gelé en permanence emprisonne les plantes mortes pendant des millions d'années. Quand il fond, les microbes consomment les restes organiques libérés et rejettent beaucoup de méthane. Aujourd'hui, les scientifiques s'inquiètent des répercussions, sur le réchauffement actuel, des rejets de méthane dus à la fonte de l'Arctique. Mais la contribution du pergélisol au maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène a peut-être été bien plus importante encore. La planète était plus chaude, si bien que même avant le maximum thermique, il n'existait pas, comme aujourd'hui en Antarctique, de calotte polaire recouvrant le sol gelé. Sans protection, le pergélisol y était à la merci du réchauffement.

Au début des émissions de gaz, les océans ont absorbé une bonne partie du dioxyde de carbone (et du méthane qui s'était transformé en dioxyde de carbone). Dans un premier temps, cette séquestration naturelle du carbone a contribué à atténuer le réchauffement. Néanmoins, une quantité de gaz telle s'est infiltrée dans les profondeurs de l'océan que cela a produit un excédent d'acide carbonique – un processus connu sous le nom d'acidification des océans. De plus, à mesure que l'océan profond se réchauffait, son contenu en oxygène diminuait (l'eau chaude ne dissout pas aussi bien ce gaz que l'eau froide). Ces changements ont été catastrophiques pour les foraminifères, organismes microscopiques qui vivaient sur le fond marin, dans les sédiments : selon les données fossiles, 30 à 50 pour cent des espèces de foraminifères des profondeurs ont disparu.

Les grandes lignes de ce scénario font consensus depuis 1990. Il ne fait plus aucun doute que le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène a été déclenché par un dégagement spectaculaire de gaz à effet de serre depuis que deux chercheurs

LES LEÇONS DES

Les réchauffements planétaires soudains sont beaucoup plus dommageables pour les différentes formes de vie que les réchauffements plus lents. Les données fossiles montrent que la lente transition vers un climat de serre au cours du Crétacé, il y a entre 120 et 90 millions d'années, était bénigne par rapport au maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène, 1000 fois plus rapide. Pendant longtemps, on a étudié ce dernier épisode en pensant qu'il représentait une assez bonne approximation de notre propre réchauffement. Mais il apparaît que le changement de température est beaucoup plus rapide aujourd'hui et que les conséquences pour la vie sur Terre devraient être bien plus graves.



californiens ont identifié l'événement dans une carotte de sédiments extraite du fond marin près de l'Antarctique. Cette carotte constituait un enregistrement de plusieurs millions d'années de climat. Si nous avons décidé d'affronter le froid du Spitzberg en 2007, c'est que certains détails de ce rejet gazeux restaient à éclaircir : quelle quantité de gaz avait été libérée, quel gaz dominait, combien de temps les rejets avaient duré, et ce qui les avait provoqués.

À la suite de la découverte californienne, nombre de scientifiques avaient analysé des centaines d'autres carottes de sédiments des grands fonds en espérant y découvrir des réponses. À mesure que les sédiments se déposent, lentement, couche par couche, ils piègent des minéraux (y compris les restes des squelettes fossiles de la faune marine) qui conservent des signatures de la composition des océans environnants ou de l'atmosphère, ainsi que des formes de vie présentes à l'époque du dépôt. Par exemple, les proportions des