

Après une première expédition de repérage, nous avons fait une découverte qui nous a simplifié la tâche. Un géologue local nous a appris que la compagnie minière norvégienne qui l'employait avait prélevé, des années plus tôt, une carotte de sédiments couvrant l'intervalle du maximum thermique. Le géologue avait pris l'initiative de préserver cette carotte de plusieurs kilomètres, débitée en tronçons cylindriques d'un mètre et demi de long, dans un vaste hangar en périphérie du village de Longyearbyen. Le reste de l'expédition et notre seconde visite, en 2008, ont été consacrés au prélèvement d'échantillons sur des portions choisies de cette longue carotte.

De retour au laboratoire, pendant plusieurs années, nous avons extrait de ces échantillons les signatures chimiques spécifiques susceptibles de nous renseigner sur l'état de la Terre pendant et après le maximum thermique. Notamment, pour suivre l'évolution de la quantité de gaz à effet de serre dans l'air, nous avons étudié l'évolution du mélange d'isotopes du carbone issu de la matière organique préservée dans l'argile. En analysant plus de 200 couches de la carotte, nous avons reconstitué ces signatures chimiques au cours du temps. Comme nous le soupçonnions, la signature isotopique du carbone changeait considérablement dans les couches qui correspondaient au maximum thermique.

de Pennsylvanie, de mettre au point un modèle informatique complexe simulant le réchauffement. Ce modèle est fondé, d'une part, sur les variations des signatures isotopiques du carbone relevées dans les carottes arctiques et, d'autre part, sur le degré de dissolution du carbonate des fonds océaniques fourni par les carottes des profondeurs océaniques, lequel constitue un bon indicateur de l'acidification des océans.

Y. Cui a testé différents scénarios, chacun nécessitant un mois de calculs informatiques. Certains supposaient une contribution plus importante des hydrates de méthane ; dans d'autres, les sources de dioxyde de carbone libéraient plus de gaz. Finalement, le scénario qui correspond le mieux aux données récoltées sur le terrain suppose que, durant le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène, 3000 à 10000 gigatonnes de carbone se sont répandues dans l'atmosphère et l'océan, soit beaucoup plus que ce qu'ont pu fournir les volcans et les hydrates de méthane ; le pergélisol ou la tourbe et le charbon ont donc dû aussi jouer un rôle dans cette libération de carbone.

Il fallait pour cela faire plus que de simples extrapolations sur la composition ou la concentration des matériaux dans les carottes. Nous avons demandé à Ying Cui, mon étudiant en thèse à l'Université d'État

Un dégagement gazeux plus lent que prévu

Couvrant toute la durée du maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène, nos carottes arctiques fournissaient un excellent enregistrement de la période où les gaz à effet de serre avaient été libérés dans l'atmosphère. Apporteraient-elles enfin des réponses concluantes sur la quantité, la source et la durée de ce dégagement gazeux ?

Et tout s'éclaire

france culture

La marche des sciences
14h/15h jeudi

avec Aurélie Luneau

en partenariat avec le magazine Pour la Science

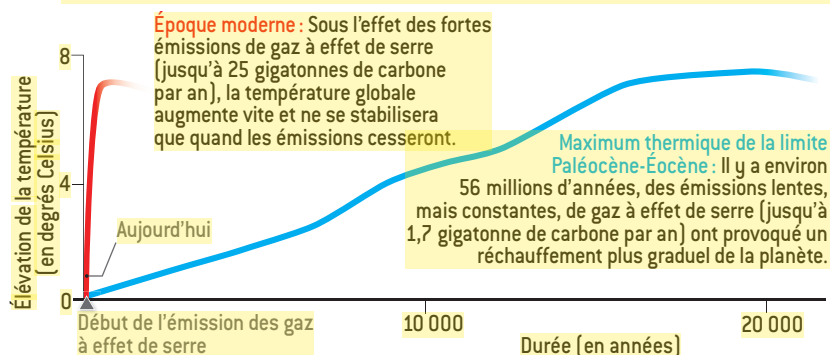
franceculture.com

DREAM ON - Radio France / Christophe Abramowitz

DEUX RÉCHAUFFEMENTS, DEUX SCÉNARIOS

La vitesse à laquelle la planète se réchauffe dépend de la vitesse d'accumulation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les modèles anticipent un réchauffement d'environ huit degrés Celsius d'ici 2400 si l'utilisation des combustibles fossiles et la séquestration du carbone restent inchangées. Le dégagement de carbone prédit, environ 5 000 gigatonnes, est comparable en volume à celui qui a conduit au maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène. En revanche, contrairement à ce que l'on pensait, son rythme est bien plus rapide que celui du maximum thermique.

La température globale augmente plus vite aujourd'hui que durant le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène.



Jean Christianen

Cette estimation de la quantité de carbone dans l'atmosphère et les océans est parmi les plus élevées. Mais l'évaluation de la durée du dégagement de gaz est encore plus surprenante : d'après notre modèle, il se serait étalé sur environ 20 000 ans, une durée entre 2 et 20 fois plus longue que toutes les estimations précédentes. Cet étalement signifie que le dégagement gazeux s'est produit à une vitesse inférieure à deux gigatonnes de carbone par an, soit bien plus faible que la vitesse de dégagement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère observée aujourd'hui : les concentrations de dioxyde de carbone augmentent probablement dix fois plus vite actuellement.

Réchauffement plus rapide : danger

Les implications de cette découverte pour le futur sont importantes. Les données fossiles indiquent que la vitesse du changement climatique contrôle bien plus le sort des êtres vivants et des écosystèmes que l'étendue du changement : la vie répond plus favorablement aux changements lents qu'aux changements abrupts. Ce fut le cas il y a 120 millions d'années, durant le Crétacé, lors d'une lente transition vers un climat de serre (voir l'encadré page 43). L'amplitude du réchauffement climatique du Crétacé était comparable à celle du maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène, mais le premier épisode s'est étalé sur des millions d'années, et non des milliers. Aucune extinction notable ne s'est produite alors ; la planète et ses habitants ont eu tout le temps nécessaire pour s'adapter.

Pendant des années, les scientifiques ont considéré le maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène comme l'extrême opposé : le changement climatique le plus rapide jamais connu, rivalisant avec les prévisions les plus sombres pour notre avenir. Les résultats que l'on obtenait sur cette période n'étaient alors pas trop alarmistes pour notre situation. À part les foraminifères au fond de l'océan et quelques groupes animaux archaïques, la plupart des animaux et des plantes semblaient avoir survécu à la vague de chaleur, même si cela s'était fait au prix de sérieuses adaptations. Certains organismes avaient rapetissé. En particulier, les mammifères du maximum thermique de la limite Paléocène-Éocène sont plus petits que leurs prédécesseurs et leurs descendants. Ils ont probablement évolué dans ce sens parce que les corps de petite taille dissipent mieux la chaleur que ceux de grande taille. Les insectes fousseurs et les vers, eux aussi, sont devenus plus petits.

Une grande migration vers les pôles a sauvé d'autres créatures. Certaines ont même prospéré dans leurs nouveaux territoires étendus. En mer, le dinoflagellé *Apectodinium*, un micro-organisme qui réside habituellement sous les tropiques, a investi l'océan Arctique. Sur terre, de nombreux animaux qui avaient été confinés aux tropiques se sont dirigés vers l'Amérique du Nord et l'Europe pour la première fois, y compris des tortues et des ongulés (mammifères à sabots). Chez les mammifères, cette expansion a ouvert une multitude d'occasions d'évoluer et de remplir de nouvelles niches, avec des implications profondes pour les êtres humains : de cette grande diversification est né le groupe des primates.

L'AUTEUR



Lee Kump est professeur de géosciences à l'Université d'État de Pennsylvanie, aux États-Unis.

✓ BIBLIOGRAPHIE

Y. Cui et al., Slow release of fossil carbon during the Palaeocene-Eocene thermal maximum, *Nature Geoscience*, vol. 4, pp. 481-485, 2011.

F. A. McInerney et S. L. Wing, The Paleocene-Eocene thermal maximum : a perturbation of carbon cycle, climate and biosphere with implications for the future, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 39, pp. 489-516, 2011.

L. Kump et M. Mann, *Understanding Global Warming*, DK Adult, 2008.