

UNE ÉTAPE DANS L'HISTOIRE DE LA TERRE OU DE L'HUMANITÉ ?

DEROULEMENT DE L'ÉPREUVE :

25 minutes d'interrogation comprenant :

- La lecture du résumé comportant au maximum 10 lignes,
- La lecture des mots clés (5 maximum),
- Un exposé structuré (10 minutes maximum),
- Des réponses aux questions scientifiques posées par les examinateurs à partir du texte.



Matière à penser

Une étape dans l'histoire de la Terre ou de l'humanité ?

Notre planète connaît depuis environ 100 000 ans de profonds bouleversements. Toutefois, cette période marquée par l'action humaine n'a pas les caractéristiques d'une nouvelle ère géologique.

Patrick De Wever et **Stan Finney**, géologues

Environ 31 000 : c'est le total des articles scientifiques consacrés à l'Anthropocène selon le recensement du moteur de recherche Google Scholar au 15 novembre 2016. Ce nombre, qui progresse d'une centaine par jour, montre bien le fort intérêt pour cette notion, apparue pour la première fois dans la littérature scientifique en 2002. Mais qu'est-ce que l'Anthropocène ? Le terme désigne une période au cours de laquelle les activités de l'homme ont laissé une empreinte majeure sur l'ensemble de la planète. Cette empreinte serait tellement importante qu'elle serait visible dans l'agencement et la structure des roches. Certains scientifiques se sont ainsi mis en tête de faire reconnaître l'Anthropocène comme période géologique.

Récemment, lors du Congrès géologique international qui s'est tenu au Cap, en Afrique du Sud, du 27 août au 4 septembre 2016, cette question a fait l'objet d'une séance très commentée. Deux orateurs sont intervenus. Le premier, Colin N. Waters, du British Geological Survey, membre du groupe de travail sur l'Anthropocène, défendait l'idée de l'introduction de cette subdivision dans l'échelle des temps géologiques. Le second, Stan Finney, président de la Commission internationale de stratigraphie (et cosignataire du présent article), rappelait simplement quels étaient les critères requis pour intro-

duire une nouvelle subdivision de l'échelle des temps géologiques et constatait que l'Anthropocène n'y répondait pas.

La géologie est une discipline dans laquelle le temps joue un rôle fondamental. Il en est la colonne vertébrale. De plus, comme il couvre une durée de plus de 4 milliards d'années (l'âge de la Terre), il est nécessaire de le découper en tranches. Ces tranches sont plus ou moins épaisses – par ordre décroissant : ère, période, époque... Toutes servent à établir des corrélations entre des roches de régions parfois éloignées.

disparu, dont certains organismes emblématiques tels les trilobites (une classe d'invertébrés marins) ou certains groupes du microplancton comme les fusulines. L'ère mésozoïque est aussi séparée de l'ère cénozoïque (dans laquelle nous nous trouvons toujours) par une autre grande crise biologique majeure, qui a vu la disparition de dinosaures non aviens (qui ne sont pas des oiseaux), des ammonites... Toutes ces crises du monde vivant sont associées à de profonds bouleversements de l'environnement (variation du niveau des mers de

La proposition d'une nouvelle subdivision de l'échelle des temps suit une procédure aussi rigoureuse que celle utilisée pour modifier une loi

Depuis que la vie s'est répandue en abondance sur Terre, il y a 550 millions d'années, ces subdivisions sont distinguées les unes des autres sur la base de leur contenu en fossiles, et d'ailleurs généralement par une grande crise du monde vivant. Ainsi l'ère paléozoïque (-541 à -252,2 millions d'années) est séparée de l'ère mésozoïque (-252,2 à -66 millions d'années) par la plus grande crise que le monde vivant ait connue : 96 % des espèces ont alors

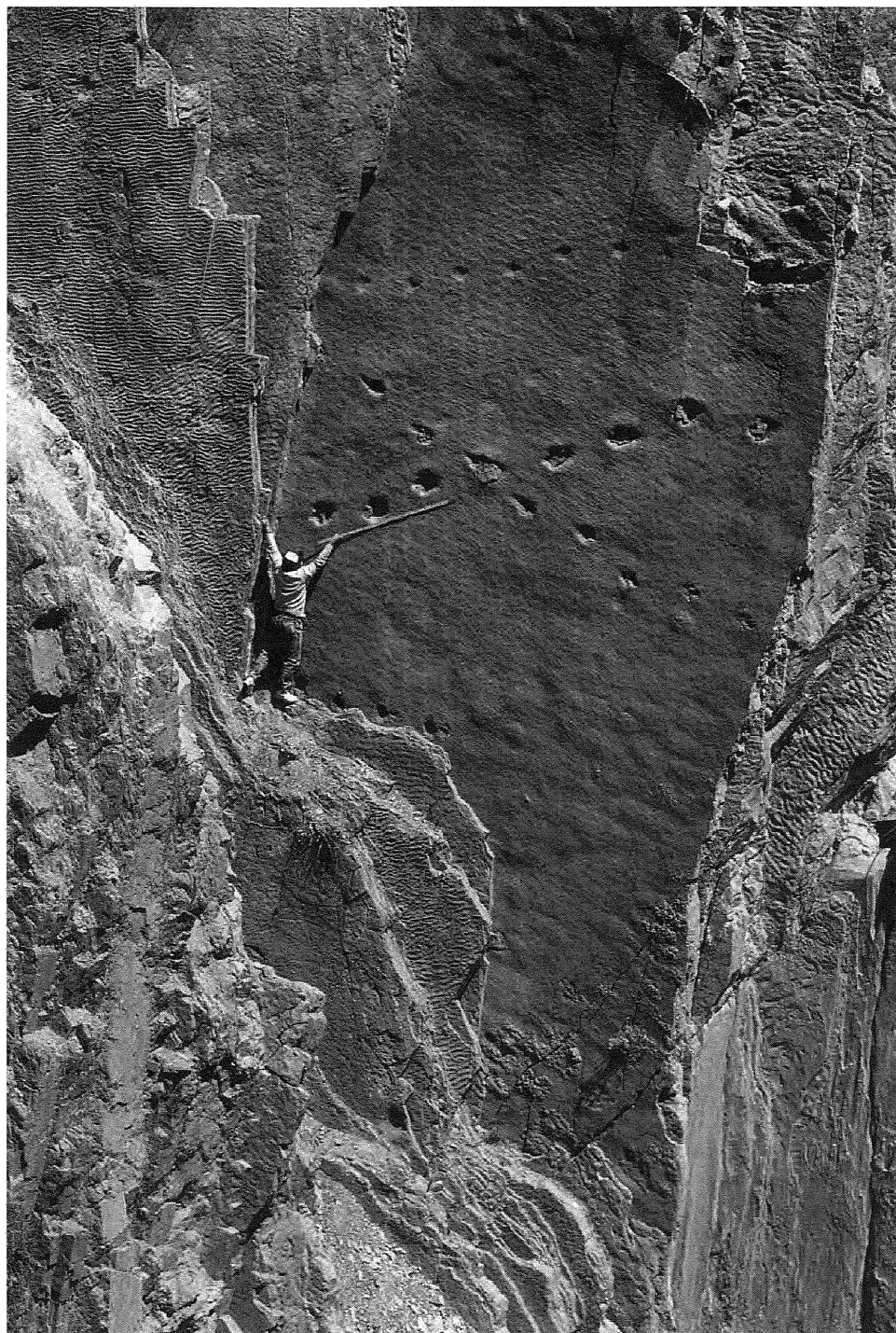
disparu, dont certains organismes emblématiques tels les trilobites (une classe d'invertébrés marins) ou certains groupes du microplancton comme les fusulines. L'ère mésozoïque est aussi séparée de l'ère cénozoïque (dans laquelle nous nous trouvons toujours) par une autre grande crise biologique majeure, qui a vu la disparition de dinosaures non aviens (qui ne sont pas des oiseaux), des ammonites... Toutes ces crises du monde vivant sont associées à de profonds bouleversements de l'environnement (variation du niveau des mers de

100 à 200 mètres, changement du contenu de l'atmosphère en dioxyde de carbone et dioxyde de soufre, refroidissement ou réchauffement...). L'établissement des différentes subdivisions et leur définition répondent à des méthodes et à des normes très précises, gérées par des commissions de l'Union internationale des sciences géologiques (connue sous son acronyme anglais « IUGS »). L'un des objectifs de l'IUGS est

d'établir des standards afin que la communauté mondiale utilise des mots qui ont la même acception partout. La proposition de chaque nouvelle subdivision doit ainsi faire l'objet d'un dossier respectant des critères précis : géologiques (enregistrement sédimentaire continu avec une vitesse de sédimentation non négligeable, taux de sédimentation, etc.), biostratigraphiques (forte modification de la faune pendant une durée importante pour des fossiles abondants et diversifiés...), physico-chimiques. Mais surtout, il faut qu'ils soient à la fois globaux et synchrones. Le synchronisme est capital, car le repère sert, d'abord, à dater. Puis chaque proposition est instruite par un groupe de travail, qui la soumet à une sous-commission, puis à une commission et enfin au comité exécutif avant d'être ratifiée et finalement introduite dans l'échelle des temps. La procédure est longue, et suivie avec la même rigueur que celle utilisée par les États pour modifier une loi.

MÉDIATIQUE ANTHROPOCÈNE

Prenons l'exemple du Quaternaire (-2,58 millions d'années à aujourd'hui). Cette subdivision de l'échelle des temps, proposée en 1829 par le géologue français Jules Desnoyers, a mis quelques décennies à s'imposer. En 1982, après une décennie de discussions entre spécialistes, la sous-commission du Quaternaire décide de poser officiellement le problème de sa limite inférieure lors d'un congrès à Moscou. En 1995, l'Américain William Berggren propose l'abandon du terme. Sa suggestion est adoptée en 2004 : le Quaternaire ne figure plus sur l'échelle internationale des temps géologiques présentée lors du Congrès géologique international, à Florence. Cependant, quatre ans plus tard, le sujet est à nouveau débattu lors du Congrès géologique international d'Oslo. Le mot Quaternaire est finalement réintroduit dans l'échelle internationale des temps. Il y figure cette fois en tant que période, et non plus en tant qu'ère. Son cas



▲ Les « tranches » de temps géologique sont déterminées en fonction des fossiles, ici, les empreintes de pas d'un dinosaure carnivore du Crétacé mesurées sur un site des Andes.

n'est pas encore tout à fait réglé, car alors la limite inférieure reste sujette à débat. La décision finale sera prise en 2009 (1). Au total, vingt-sept ans auront été nécessaires pour que la communauté se mette d'accord sur ce standard international. De son côté, l'Anthropocène est un mot qui a été popularisé par le Prix Nobel de chimie Paul Crutzen en 1995. Ce terme a depuis fait florès dans la littérature scientifique et, peut-être plus encore, dans les sciences sociales, politiques et, par-dessus

tout, dans les médias. Certains voudraient en faire une ère géologique parce que l'influence de l'homme est globale. Raison pour laquelle le nom est construit de la même façon que certaines autres subdivisions de l'échelle des temps, telles les époques intitulées Eocène (-56 à 33,9 millions d'années [Ma]), Miocène (-23 à -5,3 Ma), Pléistocène (-2,6 à -0,012 Ma) et Holocène (depuis 0,012 Ma). L'Anthropocène aurait donc succédé à l'Holocène et il aurait 0,0001 Ma (soit 100 ans). ●●●



... Dire qu'il s'agit d'une « période géologique » semble souligner l'importance de cette influence, mais c'est aussi oublier quelques éléments fondamentaux. Comme nous l'avons déjà dit, pour être adoptée, une subdivision de l'échelle des temps géologiques doit respecter un certain nombre de critères précis avant que le dossier soit soumis à examen pour une éventuelle ratification. Par ailleurs, il semble surprenant de parler d'une « ère », une des principales subdivisions de l'échelle des temps. En effet, l'ère géologique la plus courte, le Cénozoïque, court sur 65 millions d'années. Dans le cas de l'Anthropocène, nous ne sommes pas du tout dans les mêmes échelles de durée. La visibilité d'un terme autorise-t-elle un amalgame trompeur ? La confusion vient sans doute de ce que Paul Crutzen, non-géologue, a utilisé ce mot dans un sens vernaculaire, comme on dit l'ère chrétienne, l'ère industrielle, l'ère atomique...

Récemment, les stratigraphes se sont affrontés à propos de la manière de démarquer stratigraphiquement les oscillations glaciaires au cours des 2,8 derniers mil-

maintenant sensiblement la production sédimentaire naturelle », ainsi que l'acidification des océans et la destruction du vivant. Cette décision n'a pourtant aucune autorité au niveau international, car on a vu que, pour être reconnue, une subdivision doit être validée par une commission internationale.

PHÉNOMÈNES NON SYNCHRONES

Les sujets de sa gracieuse majesté sont gens opiniâtres et depuis lors multiplient les articles. Surtout, ils inondent les médias de messages, ayant bien intégré que la communication prévaut sur la raison et/ou la réflexion. Ainsi, dès 2012, lors du Congrès géologique international de Brisbane, on a vu écrit, par des journalistes et des scientifiques, que l'introduction de l'Anthropocène comme subdivision géologique allait être débattue et votée. Il n'y eut du bruit que par les médias car la discussion n'était pas à l'ordre du jour ! Le dossier n'était pas instruit, scientifiquement. Le président de la Commission internationale de stratigraphie avait alors précisé qu'il ne serait

débuter cette époque en 1784, date du brevet de la machine à vapeur par James Watt, invention annonçant la révolution industrielle. D'autres proposent l'aurore du XX^e siècle, la Renaissance ou même le Néolithique...

Plusieurs autres types d'informations sont utilisés pour caractériser l'Anthropocène : les nouveaux matériaux (aluminium, béton...), de nouveaux polymères organiques, des plastiques, des micro-particules de carbone, et tout un arsenal de produits chimiques parmi lesquels ceux liés aux explosions nucléaires (plutonium...). Le problème est que ces repères ne se manifestent pas partout en même temps. Prenons l'exemple des modifications du paysage et des milieux de vie par l'activité humaine, qui auraient commencé dès l'Antiquité. La biologiste Felisa Smith, de l'université du Nouveau-Mexique à Albuquerque, aux États-Unis, place le début de cette époque il y a 14 000 ans, lors de la colonisation de l'Amérique du Nord par les premiers chasseurs-cueilleurs (2). En effet, cette colonisation aurait entraîné la disparition de nombreuses espèces d'herbivores de grande taille, qui produisaient d'importantes quantités de méthane libéré dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement climatique naturel ; la diminution du méthane atmosphérique aurait alors conduit au Dryas récent (*). De même, si l'on prend les empreintes que laisse l'extension de l'agriculture : elle se manifeste il y a 11 000 ans dans le sud-ouest de l'Asie, mais seulement 2 000 ans avant notre ère dans le nord de l'Afrique (3). Il en serait de même avec les modifications de l'environnement dues au bois brûlé au Néolithique (-9000 à -3000 avant J.-C.) pour faire fondre les métaux, qui diffèrent selon les régions du monde, en fonction du développement des populations. Les critères attachés aux modifications de la biodiversité sont tout

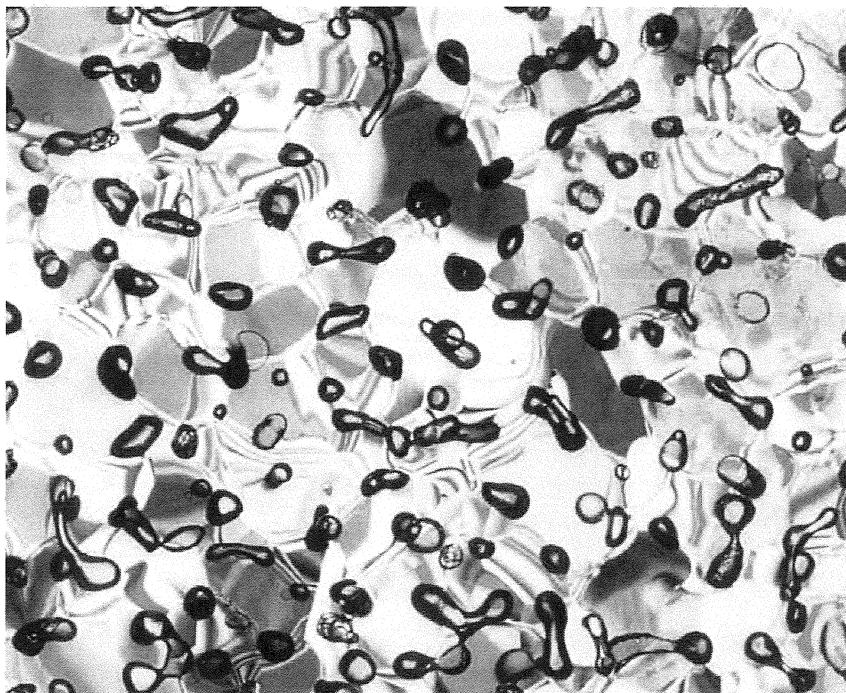
Le fait qu'un événement est planétaire et durable est-il une raison suffisante pour adopter un changement d'ère ?

lions d'années. Ceux qui ont voulu ajouter une subdivision dans cette histoire de l'humanité se sont targués d'une reconnaissance en 2006, quand la Société géologique de Londres a posé la question « Vivons-nous maintenant dans l'Anthropocène ? ». Les 21 membres de sa commission ont répondu positivement, invoquant le fait que l'Holocène est terminé et que la Terre est entrée dans « *un intervalle stratigraphique sans précédent comparable au cours des derniers millions d'années* ». En plus de l'accumulation de gaz à effet de serre, ils évoquent la transformation humaine des paysages, qui « *dépasse*

même peut-être pas prêt lors du prochain congrès, en 2016... Il s'étonnait aussi que cette proposition soit effectuée par des scientifiques non géologues, qui n'ont, de fait, pas une idée claire de ce que représente une subdivision géologique.

Pour les tenants de la notion d'Anthropocène, cette période débute avec les marques laissées par l'homme. On a d'abord globalement accepté qu'il s'agissait du milieu du XIX^e siècle, avec la Révolution industrielle. Mais alors, certains scientifiques ont voulu affiner l'analyse pour préciser la date. Et un foisonnement de propositions est apparu. Certains, à la suite de Paul Crutzen, font

(*) Le Dryas récent est une période géologique (environ -10800 à -9500 avant J.-C.) marquée par une importante chute des températures.



▲ L'influence de l'homme sur l'atmosphère est visible dans la glace de l'Antarctique, où sont piégées des poches de méthane, important gaz à effet de serre.

aussi décalés dans le temps : la diminution de vertébrés est observée depuis 1500, celle des poissons depuis un siècle, le blanchiment des coraux commence en 1979 (4).

LE REPÈRE DES ESSAIS NUCLÉAIRES

Le groupe de travail sur l'Anthropocène, lui, a choisi comme repère la fin des essais nucléaires aériens. La raison ? Quand ils ont cessé, la chute de la quantité de plutonium a été brutale. Comme cette chute est très bien marquée partout dans le monde, alors que l'augmentation a été progressive, elle représente un marqueur clair. Problème : ce groupe n'a fourni aucune série stratigraphique, ce qui est pourtant un prérequis par la Commission internationale de stratigraphie. En effet, cette référence permet d'évaluer le potentiel de corrélation entre différentes coupes et, surtout, des sédiments déposés dans des contextes différents (milieux lacustres, marins...). Il est fâcheux que ce point n'ait pas été soulevé avant la décision de choisir cette limite. En outre, il n'y a pas de pic pour 1945, date choisie pour le début de la courbe de plutonium. Cette absence est gênante car un repère non visible ne peut être considéré comme un repère.

Personne ne conteste l'influence qu'exerce l'homme sur la planète, mais introduire une nouvelle ère, ou seulement une nouvelle période, époque ou même étage, semble

inapproprié : le pas de temps n'est absolument pas comparable. Qu'est-ce qu'un demi-siècle ou un siècle face à 26000 siècles (pour l'époque la plus courte) ? Dix-huit ordres de grandeur les séparent. Alors, phénomène réel ou prétention humaine ? Le fait qu'un événement est planétaire et durable est-il une raison suffisante pour adopter un changement d'ère ?

Si tel est le cas, alors il faudrait changer d'ère après certains gros tremblements de terre, puisqu'ils modifient la répartition des masses et donc l'axe de la figure de la Terre (*) selon leur puissance et leur localisation. Ainsi, le séisme de magnitude 9 qui s'est produit le 11 mars 2011 sur les côtes japonaises de Fukushima, suivi peu de temps après d'un puissant tsunami, a modifié la vitesse de rotation de notre planète sur son axe. Une équipe de chercheurs du Jet Propulsion Laboratory, à Pasadena, en Californie, a calculé l'incidence du séisme sur l'inclinaison de l'axe de la figure de la Terre. Il en ressort que l'axe de la figure de la Terre a bougé d'environ 17 centimètres et que la journée a raccourci de 1,8 microseconde. Le phénomène avait déjà été observé en décembre 2004 à la suite du terrible trem-

(*) L'axe de la figure de la Terre représente son axe de symétrie principale, autour duquel la masse terrestre est équilibrée (à ne pas confondre avec son axe de rotation imaginaire nord-sud).

blement de terre à Sumatra, en Indonésie, qui avait légèrement modifié la gravité de notre planète. La journée avait alors raccourci de 6,8 microsecondes et l'axe de la figure de la Terre s'était décalé d'environ 7 centimètres. Pour le tremblement de terre au Chili, le 27 février 2010, les spécialistes avaient estimé que l'axe s'était décalé de 8 centimètres, avec un rétrécissement de la journée d'environ 1,26 microseconde.

Dans l'histoire de l'humanité sont distinguées diverses périodes telles le Néolithique, la Renaissance... Les critères utilisés pour cerner ces périodes varient, comme varient d'ailleurs leurs dates de début et de fin, selon les critères choisis. Les subdivisions de l'échelle des temps géologiques reposent au contraire sur un certain nombre de critères précis. L'objectif est de réussir à dater. Pour l'Anthropocène, on connaît les dates des événements, à l'année près, parfois au jour près. Il n'y a donc aucune utilité à faire entrer cette période sur l'échelle des temps géologiques, comme cela a déjà été souligné dans plusieurs publications (5).

La période Anthropocène est définie comme due à l'homme, elle s'inscrit dans l'histoire de l'humanité, elle a sa place dans le calendrier de l'histoire humaine. Pourquoi vouloir en faire une ère géologique ? Ce serait à la fois inutile et inapproprié car elle n'en possède pas les caractères. ■

(1) J. Zalasiewicz et al., *GSA Today*, doi: 10.1130/GSAT01802A.1, 2008.

(2) F.A. Smith et al., *Glob. Change Biol.*, 21, 3880, 2015.

(3) W.F. Ruddiman et al., *Science*, 348, 38, 2015.

(4) C.N. Waters et al., *Science*, doi: 10.1126/science.aad2622, 2016.

(5) G.D. Klein, *Episodes*, 38, 218, 2015 ; S.C. Finney et L.E. Edwards, *GSA Today*, 26, 4, 2016.

Pour en savoir plus

■ www.iugs.org Site officiel de l'Union internationale des sciences géologiques.

■ www.stratigraphy.org Site internet de la Commission internationale de stratigraphie.

■ <http://tinyurl.com/anthropocene-contexte>

Jacques Grinevald, « Le concept d'Anthropocène et son contexte historique et scientifique », 2012.