

A l'écoute des estimations de l'âge de la terre qui oscillent entre 6 000 et plus de quatre milliards d'années, vous avez pu vous poser la question : Quelle implication peut avoir ce que je crois au sujet de l'âge de la Terre et de la vie terrestre ? En termes simples, vos croyances sur ces sujets reflètent votre perception de la validité de la Bible. Ce sont elles aussi qui vont déterminer votre interprétation des hypothèses proposées par la science et des informations données par la Bible.

En tant que chrétiens croyant en la Bible, nous acceptons comme un fait que Dieu créa la Terre. En tant qu'individus intelligents, nous nous efforçons de comprendre la création de Dieu en utilisant les moyens d'analyse offerts par la science humaine. La datation radiométrique fait partie des méthodes de calcul de l'âge de notre planète les plus utilisées. Elle est fondée sur l'analyse de la radioactivité dans la matière. Cet article a pour but d'explorer ce que la datation radiométrique peut nous dire sur l'âge de la Terre et de notre système solaire, et ce qu'elle implique dans notre interprétation du récit biblique de la création.

Aperçu historique

L'étude de la désintégration radioactive (décomposition naturelle et spontanée d'atomes) date de moins d'un siècle. En 1896, le physicien français Henri Becquerel fit un rapport à l'Académie des Sciences de Paris sur la désintégration radioactive de l'uranium. Dès 1904, Lord Ernest Rutherford reconnut le potentiel offert par l'observation de la désintégration radioactive dans la mesure du temps. Deux ans plus tard, Rutherford et Soddy calculèrent pour un échantillon d'uranium provenant du Connecticut, aux Etats-Unis, un âge de 550 millions d'années.

Malgré ses premières applications prometteuses, la datation radiométrique ne fut pleinement exploitée que bien des années plus tard, avec un maximum de travaux en radiochronologie après la Seconde Guerre mondiale. W. J. Libby publia son célèbre ouvrage, *Radiocarbon Dating* (Datation radiométrique), il y a un peu plus de 30 ans. En conséquence, la datation radiométrique, domaine relativement récent de la science, soulève toujours de nombreuses questions sans réponse.

Définition

Afin de discuter la question posée au début, il faut que nos lecteurs connaissent, au moins superficiellement, le processus de la désintégration radioactive utilisé pour déterminer l'âge radiométrique. En résumé, la datation radiométrique cherche à établir l'âge de la matière en se fondant sur le rapport

entre les isotopes pères et les isotopes fils et sur la constance des vitesses de désintégration des isotopes radioactifs se trouvant dans cette matière. Les isotopes sont deux ou plusieurs atomes dont les noyaux ont le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons. Les noyaux des isotopes radioactifs sont instables. A mesure qu'ils évoluent vers une configuration plus stable, les noyaux se débarrassent de particules sub-atomiques, de

Genèse et temps

Les enseignements de la datation radiométrique

divers éléments et de l'énergie en excès. Ce processus est connu sous le nom de décomposition ou désintégration. Au cours de la désintégration, l'élément radioactif « père » (par exemple l'uranium) se transforme en produits plus ou moins stables appelés éléments « fils » (par exemple le thorium, etc.). Ce processus se poursuit jusqu'à ce qu'un élément fils stable soit obtenu (dans le cas de l'uranium, c'est le plomb).

Le temps requis pour désintégrer la moitié de l'élément père originel est nommé « période » ou « demi-vie » de l'isotope. Ces périodes vont de celles qui sont beaucoup trop courtes pour être mesurées (moins de 0,000 000 001 seconde) à celles qui sont extrêmement longues (plus d'un milliard d'années). On affecte un âge infini à un isotope radioactif donné quand 7 à 10 périodes se sont écoulées, parce qu'alors il

Clyde L.
Webster, Jr.

devient statistiquement impossible de détecter avec précision la présence de l'isotope père. Un objet qui serait infiniment vieux par rapport à tous les isotopes ne montrerait aucune radioactivité, car les isotopes radioactifs se seraient désintégrés complètement en donnant leurs produits fils stables. Bien que la datation radiométrique soit largement utilisée et acceptée, elle est loin d'être sans problème, comme nous le verrons plus loin.

Notre système solaire

Le fait que nous trouvons des isotopes radioactifs présents dans des matériaux provenant de la Terre, de la lune et de météorites suggère fortement que notre système solaire a un âge fini. Cet âge peut-il être calculé ? Des âges potentiels minimum et maximum pour la formation de notre système solaire peuvent être obtenus grâce à une analyse des rapports entre isotopes radioactifs, des rapports élément père/élément fils et des isotopes radioactifs manquants. Par exemple, l'uranium 238 a une période de 4,47 milliards d'années. Observant la limitation mentionnée plus haut, qui ne permet pas de calculer des âges au-delà de 7 à 10 périodes, nous pouvons conclure que la présence d'uranium 238 dans le système solaire implique un âge maximum d'environ 45 milliards d'années pour sa consolidation. Ce chiffre s'affine lorsqu'on analyse le rapport uranium 235/uranium 238, qui implique un âge maximum d'environ cinq milliards d'années.

En utilisant la même méthode d'analyse des rapports élément père/élément fils, en prêtant attention aux cas où on trouve les éléments fils et où les éléments pères sont clairement absents, on peut obtenir un âge minimum pour la consolidation du système solaire. Par exemple, on ne trouve pas le samarium 146, dont la période est d'environ 100 millions d'années, dans les dépôts naturels. Cependant on y trouve son produit fils stable, le néodymium 142. Un calcul de 10 périodes établirait donc un âge minimum pour la consolidation d'environ un milliard d'années. Ce procédé nous amène donc à la conclusion intéressante que l'âge radiométrique des planètes, des lunes et des météorites de notre système solaire peut varier de un à cinq milliards d'années.

Les différentes techniques

On utilise plusieurs techniques radiométriques (par exemple potassium/argon, rubidium/strontium, etc.) pour mesurer les rapports isotope père/isotope fils de différents éléments d'un échantillon. Ces différentes techniques permettent aux scientifiques d'interpréter l'âge approximatif auquel un spécimen a vécu des événements majeurs tels que la formation de ses éléments (nucléogénèse), la solidification, l'action de la chaleur, la fusion, les chocs sismiques, les mélanges avec d'autres matériaux, l'exposition à l'eau ou aux radiations à haute énergie.

Les scientifiques faisant plusieurs mesures d'âge radiométrique sur un échantillon donné ne sont pas surpris quand les âges qui en résultent ne concordent pas. Cette discordance implique que l'échantillon étudié a pu vivre plusieurs événements capables d'altérer son âge. Ces événements ont affecté différents éléments de l'échantillon de différentes manières. La discordance peut fournir un éclairage utile sur la chronologie des événements subis par l'échantillon.

Dans de nombreux cas, des techniques de datation radiométrique chimiquement et physiquement indépendantes concorderont. Ces âges concordants ne peuvent pas être facilement minimisés et signalent souvent des événements significatifs sur le plan physique. La concordance observée entre les nombreuses déterminations d'âge radiométrique pour la consolidation de notre système solaire est l'un de ces événements. Cependant, avant que nous puissions établir l'âge de notre système solaire, il est crucial de noter que cette concordance des âges radiométriques n'implique pas automatiquement une correspondance directe entre l'âge radiométrique et le temps réel.

L'âge radiométrique et le temps réel

On ne peut supposer l'âge radiométrique et l'âge chronologique équivalents que si les critères suivants sont remplis :

1. Les conditions initiales sont spécifiées avec un haut degré de précision. En d'autres termes, si un élément radioactif père ou des produits fils étaient présents initialement, ceux-ci doivent être connus très précisément.
2. Les constantes de désintégration radioactive à l'étude sont restées inchangées durant toute la vie de l'association minérale.
3. L'échantillon est resté un échantillon clos. En d'autres termes, l'échantillon a été chimiquement et physiquement isolé depuis sa mise en place.

Remise des horloges à zéro

Il est important de réaliser que le climat académique, dans lequel les techniques de datation radiométriques furent développées, supposait des âges très anciens pour le développement des formes de vie par évolution. Cette hypothèse favorisa la recherche de ces âges qui l'appuyaient.

Ce courant de pensée a établi aussi une hypothèse simpliste et non justifiée selon laquelle les « horloges » radiométriques dans la matière sont mises ou remises à zéro, quand la matière est déplacée par un phénomène magmatique ou sédimentaire (par exemple des coulées de laves et des dépôts fluviaux, etc.), plutôt que celle qui voudrait que la matière conserve tout ou partie de « l'information de leur âge » durant leur transport.

Dans le processus de fossilisation (quand la matière organique d'une plante, par exemple, est remplacée par de la matière minérale), l'hypothèse de la remise à zéro suggère que l'âge radiométrique de la matière minérale dans le fossile ou autour du fossile est aussi l'âge réel minimum du fossile. Un mauvais argument en faveur de l'application de l'hypothèse de la remise à zéro pourrait être illustré par ce qu'on pourrait appeler la « mystification du cimetière ». C'est comme si une personne tentait de calculer l'âge d'un cadavre en vérifiant l'âge d'une couche de sol au-dessus et au-dessous du cercueil plutôt que de lire les inscriptions de la pierre tombale. Nous ne devons pas considérer que tout individu qui utilise l'hypothèse de la remise à zéro appuie cette « mystification du cimetière », mais nous devons plutôt voir que de tels exemples mettent en relief un important concept qui est généralement ignoré. En termes simples, les âges radiométriques des composants minéraux de la terre d'un cimetière ne sont pas forcément censés indiquer l'âge de ses occupants !

Tandis qu'il y a une large confirmation de l'hypothèse de la remise à zéro pour divers systèmes de chronomètres radiométriques durant le transport magmatique ou de la métamorphisation des minéraux, on ne fait pas autant de publicité sur le fait que la littérature scientifique authentifie aussi la transmission au cours des processus de métamorphisme et de transport volcanique de caractéristiques d'âge radiométrique existant précédemment. Dans certaines situations les caractéristiques de l'âge, mesurées indépendamment, ont survécu aux événements volcaniques. La survie de telles caractéristiques peut être totale ou inexistante en passant par tous les intermédiaires. Voici quelques exemples.

Une coulée volcanique du mont Rangitoto à Auckland, en Nouvelle-Zélande, a été datée au potassium-argon (K/Ar) de 485 000 ans. Cependant cette éruption

Echelles de temps

© Néstor Rasi, Buenos Aires, Argentine



détruit une forêt datée au carbone 14 de moins de 300 ans !¹ Une lave du mont Capulin au nord-est du Nouveau-Mexique, aux Etats-Unis, a presque quatre fois plus d'élément radiométrique fils, l'argon 40, que prévu pour son âge. Plus encore, si la roche était aussi ancienne que son âge radiométrique ne l'indique, elle aurait été au départ du potassium pur !²

Bien d'autres incongruités ont aussi été rapportées.³

En 1976, on a signalé que des sédiments récemment déposés sur le fond de la mer de Ross, en Antarctique, ont montré un âge rubidium-strontium (Rb/Sr) de 250 millions d'années plutôt que l'âge zéro prévu pour des sédiments déposés récemment. Une étude supplémentaire a révélé que les deux sources de sédiments de la mer de Ross, les montagnes transantarctiques et les montagnes de l'Antarctique de l'ouest avaient des âges Rb/Sr respectivement de 450 à 470 millions d'années et de 75 à 175 millions d'années.⁴ On peut facilement voir que les sédiments de la mer de Ross n'ont pas subi l'hypothétique remise à zéro de leur horloge radiométrique, mais qu'au contraire, ils sont un mélange des caractéristiques radiométriques de leurs sources.

Les âges radiométriques plus anciens que ceux attendus sont attribués à différents facteurs : une remise à zéro de l'horloge radiométrique incomplète lors de la formation du minéral, un départ partiel de l'isotope père ou une arrivée de l'isotope fils après la formation du minéral. Inversement, les âges radiométriques plus faibles que prévu sont attribués au départ partiel de l'isotope fils ou à l'arrivée de l'isotope père après la formation du minéral.

Des exemples de ce type sont nombreux, mais je pense que maintenant mon argument tient : quand on traite principalement de matériaux sédimentaires et en particulier de fossiles, il paraît hautement probable que les dates radiométriques représentent plus raisonnablement les caractéristiques initiales

du matériau originel dans lequel les organismes ont été ensevelis plutôt que l'âge de leur ensevelissement.

Maintenant que nous avons montré que les fossiles ne partagent pas nécessairement le même âge que la roche environnante, il nous reste à faire face au défi de la détermination de la signification des caractéristiques radiométriques. Gardons à l'esprit que ces caractéristiques représentent non seulement les caractéristiques radiométriques initiales de la matière analysée, mais aussi tout changement qui a pu se produire par action de la chaleur, de l'eau, etc. lors du processus de déplacement. Selon Genèse 1, 7 et 8, notre planète a subi trois modifications majeures dont on pourrait attendre qu'elles aient altéré les caractéristiques de la formation de nombreux minéraux dans la croûte terrestre. Ces modifications sont l'apparition des continents et des bassins océaniques le troisième jour de la création, l'altération climatique de la croûte terrestre et l'érosion des reliefs qui s'ensuivirent jusqu'à ce que la planète soit de nouveau complètement recouverte par les eaux du déluge de Noé, et la réapparition des continents et des bassins océaniques après le déluge. Chacune de ces modifications, et particulièrement les effets combinés des trois, introduisent d'énormes complications dans l'interprétation de l'information radiométrique pour beaucoup des spécimens de minéraux qui sont à notre disposition.

Comment harmoniser les données

Cette discussion s'est limitée aux données des âges radiométriques pour les minéraux inorganiques, particulièrement ceux associés aux fossiles. Trois stratégies peuvent être retenues pour harmoniser ces données

avec les données chronologiques présentées dans les Ecritures.⁵

1. Ignorer toute donnée fournie par les techniques radiométriques.
2. Supposer que la Terre, la lune et les étoiles n'ont que des milliers d'années et que les données radiométriques observées aujourd'hui sont le résultat de processus qui ne sont pas complètement compris (certains suggèrent que la Terre a été créée avec un âge apparent).
3. Supposer que les activités accomplies lors d'une semaine de création récente (il y a des milliers et non des millions d'années) ont impliqué de grandes quantités de matière élémentaire inorganique créée il y a environ 4,56 milliards d'années.

La première approche n'en est pas une et ne vaut pas la peine qu'on s'y attarde.

Age réel ou apparent ?

La deuxième approche est utilisée par de nombreux individus dont les convictions concernant l'interprétation biblique de la création ne permettent pas un âge de 4,5 milliards d'années pour toute matière inorganique trouvée dans le système solaire. Cette approche suppose que ce que beaucoup croient être les signes radiométriques d'un âge très ancien a été introduit dans la matière inorganique au cours d'une création récente pour des raisons inconnues. Certains interprètent ces signes comme un âge apparent.

L'argument le plus fort en faveur de cette approche vient du récit génesiaque du

quatrième jour de la création, qui peut être utilisé pour étayer l'hypothèse que le soleil, la lune et les étoiles furent créés ce jour-là. Cependant, cette approche comporte des problèmes potentiels.

Si le soleil, la lune et les étoiles furent créés le quatrième jour il y a quelques milliers d'années, alors Dieu créa aussi les ondes lumineuses en cours de déplacement les faisant paraître comme si elles avaient été générées à divers stades il y a de nombreux millions d'années. Les étoiles ont dû elles aussi être créées à différents stades de maturité, depuis les trous noirs jusqu'aux étoiles géantes rouges et aux naines blanches. De plus, les novae et supernovae comme SN1987A⁶ et les autres événements qui semblent avoir eu lieu il y a des centaines de milliers d'années, selon les informations transmises par les ondes lumineuses, ne sont que des illusions plaquées sur des ondes lumineuses.

L'« âge apparent » de la matière inorganique ou les divers stades de maturité des étoiles peuvent être considérés comme de simples manifestations de la puissance créatrice de Dieu. Cependant, la création des ondes lumineuses apparemment en déplacement depuis des millions d'années et apportant l'image de supernovae qui n'ont en réalité jamais existé semble être une illusion, à laquelle on peut faire objection parce qu'elle implique que Dieu est malhonnête. Pourquoi le Créateur aurait-il façonné des évidences d'événements qui n'ont jamais eu lieu, ou trouvé nécessaire de changer les lois gouvernant la vitesse de la lumière ?

Une interprétation plus ouverte

La différence entre le deuxième et le troisième choix ébauchée plus haut dépend de l'ouverture de l'interprétation que l'on a de Genèse 1 : 1-3.

¹ *Au commencement, Dieu créa les cieux et la terre.* ² *La terre était informe et vide ; il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu se mouvait au-dessus des eaux.* ³ *Dieu dit : Que la lumière soit ! Et la lumière fut.*

Il apparaît que le premier jour de la création commence en réalité au verset 3.

La troisième approche suppose que la matière élémentaire inorganique existait sur notre planète avant la création de la vie. Le raisonnement est le suivant : le verset 1 identifie Dieu comme le Créateur sans tenir

compte du moment où la création a eu lieu ; le verset 2 décrit la terre avant la semaine de la création comme sans forme (c'est-à-dire sans organisation spécifique) et vide (c'est-à-dire sans habitant).

De plus, il n'y a aucune mention dans les Ecritures, à l'intérieur de la semaine de la création, de la création de l'eau et des composants minéraux de la partie sèche. La seule mention de leur création se trouve « au commencement ». Il semble alors possible que la matière inorganique élémentaire ne soit pas liée à un âge limité comme c'est le cas pour la matière vivante.

Chacune des deux dernières approches suggère avec force que l'âge radiométrique assigné aux minéraux inorganiques associés à un fossile est plus un reflet des caractéristiques du matériau originel qu'une indication de l'âge du fossile. Cependant, dans la deuxième approche, ceci reste ouvert au débat puisque tout âge est « apparent ».

Science et foi

Si la science indique une hypothèse particulière et que les Ecritures le permettent, il semble raisonnable d'accepter une telle position. Bien que cette approche réduise les conflits entre les interprétations scientifique et biblique, elle ne répond pas à toutes les questions. Les domaines demandant plus qu'une petite dose de foi demeurent.

Nous devons nous rendre compte qu'il est impossible de parvenir directement à partir des données radiométriques à la création instantanée de la matière vivante dans les 10 000 dernières années et à un déluge universel vieux de quelques 5 000 ans. Ce sont des concepts religieux acceptés par la foi de la même façon que le salut.

Grâce à une combinaison appropriée de ce point de vue de la foi et de la science, il est possible d'atteindre une meilleure compréhension de Dieu, notre Créateur et soutien. En cherchant à harmoniser le caractère de Dieu tel qu'il est révélé dans les Ecritures et dans la nature, nous devons chercher un modèle cohérent avec les deux sources d'information. La troisième approche mentionnée plus haut commence à remplir ces exigences. Là où nous ne trouvons pas une telle cohérence, nous devons chercher une meilleure compréhension des deux sources de révélation (la nature et les Ecritures) en demandant l'assistance du Saint-Esprit durant notre recherche.

La datation radiométrique est une science qui interprète. Les processus chimiques et physiques qui ont lieu dans le manteau et la croûte terrestres ne sont ni connus ni compris complètement. Cela est particulièrement vrai quand on considère les paramètres des isotopes radioactifs. En ajoutant aux incerti-

tudes les nombreuses fois où les âges radiométriques ne concordent pas, il semblerait logique, presque obligatoire, de prendre sérieusement en considération l'âge de la création. Pour le scientifique chrétien, les saintes Ecritures constituent une source primordiale de données. □

Clyde L. Webster, Jr. (Ph.D., Colorado State University) est chargé de recherche au Geoscience Research Institute, Loma Linda University, Loma Linda, California 92350, USA.

Notes et références

1. I. McDougall et al., « Excess Radiogenic Argon in Young Subaerial Basalts from Auckland Volcanic Field, New Zealand », *Geochimica et Cosmochimica Acta* 33 (1969), p. 1485-1520.
2. E. W. Henneke and O. K. Manuel, « Nobel Gases in Lava Rock from Mount Capulin, New Mexico », *Nature* 256 (1975), p. 284-287.
3. Un puits de pétrole du sud-ouest de la Louisiane (U.S.A.) foré dans des formations qui ont un âge géologique conventionnel de 5 à 25 millions d'années (Miocène) a fourni des fragments provenant d'un schiste argileux situé à 1 730 mètres de profondeur ayant un âge K/Ar de 254 millions d'années. Quand ces fragments furent broyés et tamisés, l'âge K/Ar moyen des particules inférieures au demi-micron fut de 164 millions d'années, de 312 millions d'années pour les particules de 0,5 à 2 microns et de 358 millions d'années pour des particules de plus de 10 microns. (Voir E. A. Perry, « Diagenesis and K-Ar Dating of Shale and Clay Minerals », *Geological Society of America Bulletin*, 85 [1974], p. 827-830.) Il est évident qu'un rapport surface/volume plus grand pour les petites particules favorise une perte par diffusion de l'argon 40 provenant de la source du schiste argileux. (La perte d'argon a réduit les âges.) Les caractéristiques de l'âge radiométrique des sédiments dans lesquels ce puits a été foré reflètent les caractéristiques de l'âge radiométrique de la région mère drainée par le système hydrographique du Missouri et de l'Ohio et non l'âge de la formation du sédiment.
4. Nelson R. Shaffer and Gunter Faure, « Regional Variation of Sr-87/Sr-86 Ratios and Mineral Compositions of Sediment from the Ross Sea, Antarctica », *Geological Society of America Bulletin* 87 (1976), p. 1491-1500.
5. Ces concepts ont été proposés pour la première fois par Robert H. Brown, ancien directeur du Geoscience Research Institute, maintenant à la retraite.
6. Kenneth Brecher, « Fascinating Supernova », *Physics Today* 41 (1988), p. S-7 à S-9.

Pour aller plus loin

R. H. Brown, « Geo and Cosmic Chronology », *Origins*, 8 : 1 (1981), p. 20-45.