

Yves Gingras

Mais quel âge a donc la Terre ?

Physiciens d'un côté, géologues et naturalistes de l'autre se sont longtemps affrontés sur l'âge de notre planète. Jusqu'à ce que la solution émerge des travaux d'un physicien, qui donne raison au camp opposé.

Cinquante ans ! Pour se mettre d'accord sur l'âge de la Terre, physiciens et naturalistes ont mis pas moins d'un demi-siècle, ce qui en fait l'une des plus longues controverses scientifiques de l'histoire. Au cours des années 1860, ces deux camps soutenaient en effet des conceptions incompatibles. Selon les physiciens, la Terre avait à peine 50 millions d'années, tandis que les géologues et les naturalistes lui en donnaient des centaines de millions.

Les géologues se fondaient sur les principes « uniformitaristes » promus par le Britannique Charles Lyell dans ses *Principles of Geology*, ouvrage en trois volumes paru au début des années 1830. Leurs estimations reposaient également sur l'observation et l'analyse des différentes strates géologiques, des taux de sédimentation et l'étude des fossiles.

Une Terre pas si vieille

En 1859, Charles Darwin, qui avait étudié de près les ouvrages de Lyell, publiait, pour sa part, son fameux volume sur l'origine des espèces. Le grand naturaliste anglais soulignait de la façon suivante l'importance de la théorie géologique de Lyell pour sa propre théorie de l'évolution : « *Quiconque peut lire le grand ouvrage de Sir Charles Lyell sur les principes de la géologie, auquel les historiens futurs attribueront à juste titre une révolution dans les sciences naturelles, sans reconnaître la prodigieuse durée des périodes écoulées, peut fermer ici ce volume.* »

La théorie de l'évolution par sélection naturelle de Darwin supposait une Terre assez vieille pour que des êtres complexes aient le temps d'évoluer par variation et par sélection. Sur la base d'un calcul simple fondé sur la vitesse d'érosion des terrains, Darwin avançait même le chiffre de 300 millions d'années. Mais les critiques de sa méthode l'amènèrent à nuancer ce chiffre dès la deuxième édition britannique (parue un mois seulement après la première), et à enlever toute évaluation numérique de l'âge de la Terre dans les éditions ultérieures, la troisième datant de 1861. De façon générale, cependant, les géologues, tout comme Darwin, continuaient à croire que l'échelle du temps géologique était très longue.

Le physicien William Thomson (1824-1907), plus connu sous le nom de Lord Kelvin, celui-là même qui a donné son nom à une échelle de température absolue, doutait de la validité de la

théorie darwinienne de l'évolution, et surtout que l'échelle de temps était aussi longue que Lyell le prétendait. Selon lui, les lois de la thermodynamique suggéraient plutôt que la Terre, tout comme le Soleil, étaient relativement jeunes. Car, si la Terre avait plusieurs centaines de millions d'années, ne serait-elle alors pas complètement refroidie, ainsi que son Soleil ? Sur la base de certaines hypothèses plausibles, Kelvin utilisa les lois de la diffusion de la chaleur - établies, au début du XIXe siècle, par le mathématicien français Joseph Fourier - et il montra, en 1862, que l'âge de la Terre (et aussi du Soleil) était de l'ordre de 100 millions d'années, tout au plus.

D'abord surpris, les géologues semblèrent se résigner devant les calculs de Kelvin. Ceux-ci s'appuyaient après tout sur des lois mathématiques complexes que les géologues ne maîtrisaient pas. Par ailleurs, dans la hiérarchie implicite des sciences, la géologie était dominée et la physique était dominée (tout comme aujourd'hui). Il faut dire que les géologues ne disposaient à l'époque d'aucune méthode leur permettant d'obtenir une coordonnée temporelle précise pour mesurer réellement l'échelle de temps.

Flou scientifique

L'âge des strates géologiques était relatif et non pas absolu. Les géologues supposaient en effet que les couches les plus anciennes étaient aussi les plus profondes, et l'on pouvait les dater les unes par rapport aux autres en tenant compte de la vitesse d'érosion et de dépôt des alluvions. Ils ne possédaient pas encore d'« horloge » définissant une échelle de temps continue, indépendante des phénomènes géologiques eux-mêmes, et qui permettrait de fournir une date absolue, mesurée par rapport au présent.

Même Lyell, après avoir suggéré, en 1867, un âge de 240 millions d'années, imita Darwin et retira cette estimation des éditions ultérieures de ses *Principes de géologie*. Thomas Huxley, le grand défenseur de Darwin, s'opposa à cela, et considéra que, malgré leur apparente précision, les calculs de Kelvin étaient fondés sur des prémisses erronées, bien qu'il ne sût pas très bien par quoi les remplacer. De manière générale, les géologues se ralliaient toutefois à la position de Kelvin. Huxley lui-même finit par admettre que les naturalistes devraient s'adapter, et qu'après tout il était possible que la vitesse d'érosion soit plus grande qu'on ne le pensait ou que les espèces évoluent plus rapidement qu'on ne le croyait, comme le suggérait aussi Darwin dans les dernières éditions de *L'Origine des espèces*.

Confrontés au modèle de Kelvin, les géologues, ignorant les lois de la physique mathématique, étaient nécessairement dans l'erreur et devaient se rallier à l'opinion dominante. Kelvin attaqua même Lyell en disant que sa théorie de la Terre était incompatible avec les lois de la physique.

Durant près d'un demi-siècle, un réel flou scientifique entourait donc la question de l'âge de la Terre. D'un côté, les géologues attribuaient finalement à la Terre un âge d'environ 100 millions d'années. De l'autre, Kelvin, continuait à travailler sur le problème et, en 1897, il annonça que ses nouveaux calculs oscillaient plutôt entre 20 et 40 millions d'années... Soit beaucoup moins que le « petit » 100 millions d'années que les géologues avaient dû admettre, à contrecœur.

Malgré ce désaccord flagrant entre l'échelle de temps des physiciens et celle des géologues et des naturalistes, le problème demeura entier jusqu'au début du XXe siècle. La solution a finalement émergé de façon totalement inattendue grâce aux travaux du physicien néo-zélandais Ernest Rutherford (1871-1937), formé à Cambridge (en Angleterre) dans le laboratoire Cavendish dirigé par J.J. Thomson, le découvreur de l'électron. C'est donc à un physicien que revint l'honneur de trouver la faille dans les raisonnements de Kelvin, donnant ainsi raison aux géologues et aux naturalistes.

Depuis 1898, Rutherford était professeur de physique à l'université McGill, à Montréal, et étudiait les propriétés de la radioactivité du radium. À l'été 1903, les physiciens français Pierre Curie et Albert Laborde avaient découvert que le radium produisait beaucoup de chaleur. Rutherford, assisté par un collègue spécialiste des mesures de température, Howard Turner Barnes, suivit cette piste et constata, lui aussi, dès l'automne 1903, que la chaleur produite par la désintégration des atomes était énorme au vu de leurs dimensions minuscules. Il en déduisit que ces éléments radioactifs, distribués dans l'ensemble de la croûte terrestre, devaient en fait réchauffer la Terre. Celle-ci, loin de se refroidir constamment, comme le croyait Kelvin, pouvait donc garder une température moyenne constante des millions d'années durant.

Chaleur interne

En 1904, Rutherford se rendit en Angleterre faire une conférence à la Royal Institution de Londres en présence de Lord Kelvin lui-même, au cours de laquelle il montra que les calculs du vieux physicien antidarwinien étaient faux, car ils présupposaient l'absence d'une source de chaleur à l'intérieur de la Terre. Cette source de chaleur existait pourtant sous forme de radium et d'autres atomes radioactifs. C'est cette chaleur interne qui empêche la Terre de se refroidir indéfiniment comme le prévoyait la thermodynamique pour un objet qui ne ferait que perdre sa chaleur sans en générer de l'intérieur. La Terre pouvait ainsi avoir une température à peu près constante ainsi que l'affirmaient les géologues, qui ignoraient toutefois pourquoi ils avaient raison.

Lord Kelvin ne put se résoudre à accepter l'idée que la Terre était très âgée, car cela constituait une porte ouverte à la théorie de l'évolution qu'il rejetait totalement. Il mourut donc sceptique, ne croyant pas que le radium puisse véritablement être une source de chaleur à l'intérieur de la Terre. Le physicien allemand Max Planck ne disait-il pas, dans son autobiographie : « *Une nouvelle vérité scientifique ne triomphe pas en convainquant ses opposants et en leur faisant voir la lumière, mais plutôt parce que les opposants finissent par mourir et que la nouvelle génération grandit et devient familière avec la nouvelle théorie.* » C'est un peu ce qui est arrivé avec la thèse défendue par Lord Kelvin, qui fut définitivement abandonnée après sa mort, en 1907.

Datation des minéraux

Si l'hypothèse d'une Terre sans source de chaleur interne était abandonnée, il restait encore à trouver une méthode de datation des minéraux, un passage obligé pour déterminer l'âge de notre planète. Or, la loi de la désintégration atomique que Rutherford avait établie en 1902

avec son collaborateur Frederick Soddy, chimiste et futur Prix Nobel, allait fournir l'unité de temps recherchée.

En effet, Rutherford nota, en 1905, dans ses leçons sur la radioactivité à l'université Yale, que la mesure du contenu en hélium des minerais d'uranium et de leur taux de formation due à la désintégration de l'uranium permettrait une bonne estimation de l'âge du minerai. Dès novembre 1905, son collègue et collaborateur américain Bertram Borden Boltwood (1870-1927), de l'université Yale, lui apprit qu'il avait ainsi pu déterminer, grâce à sa méthode, l'âge de plusieurs minerais entre 92 et 570 millions d'années.

Quelques années plus tard, Boltwood, qui continuait sur la lancée alors que Rutherford était passé à autre chose, trouva des roches de plus de 1,6 milliard d'années. On sait aujourd'hui, grâce à des techniques de datation plus sophistiquées, que la Terre a environ 4,5 milliards d'années.

Les physiciens ont donc finalement donné raison aux géologues et aux naturalistes quant à leur conviction d'une Terre très ancienne. Surtout, ils ont contribué à la mise au point d'une échelle absolue de temps, qui remplace l'échelle relative dont se contentaient les géologues. Les atomes radioactifs fournissent en effet l'horloge qui permet de connaître l'âge de la Terre, ce que, il faut le souligner, plusieurs géologues croyaient impossible à la fin du XIXe siècle.

Yves Gingras