

Le xx^e siècle et l'horloge radioactive

Histoire des sciences

L'âge de la Terre aujourd'hui admis par les scientifiques a été établi grâce à un cheminement scientifique et technique qui s'est déroulé durant les cinquante premières années du xx^e siècle.

Quel est ce cheminement ?

« [En 1902, Ernest Rutherford et Frederick Soddy] s'aperçoivent que le temps qu'il faut pour que l'activité d'un élément radioactif diminue de moitié est une constante qui ne dépend que du noyau étudié. Ce temps, appelé période T de l'élément radioactif, est caractéristique parce qu'il ne dépend

pas non plus de la quantité initiale de noyaux radioactifs : à chaque intervalle de temps T , la quantité de noyaux radioactifs restante est divisée par deux. [...] C'est cette régularité qui fait de la radioactivité une horloge utilisable. »

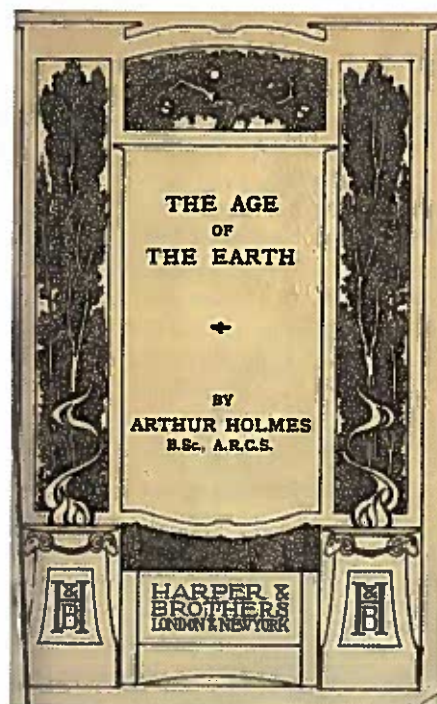
Hubert Krivine, *op. cit.*, 2011.

DOC 1 L'horloge radioactive.



Les physiciens Pierre et Marie Curie purifient le radium en 1903 et montrent que sa désintégration produit une grande quantité de chaleur. De nombreux éléments naturels présents sur Terre contenant du radium, le physicien Robert Strutt remet en cause, avec d'autres, le raisonnement de Kelvin dans son estimation de l'âge de la Terre.

DOC 2 Pierre et Marie Curie dans leur laboratoire.



DOC 3 Édition originale de l'Âge de la Terre, ouvrage publié en 1913 par Arthur Holmes. À la fin des années 1900, on sait que la désintégration radioactive de l'uranium donne du plomb et de l'hélium. Connaissant le taux de désintégration de l'uranium, Holmes date des roches dont les minéraux contiennent de l'uranium. Il obtient des âges compris entre 340 (pour les roches du Carbonifère) et 430 millions d'années (pour celles du Silurien).



U : Uranium Pb : Plomb He : Hélium

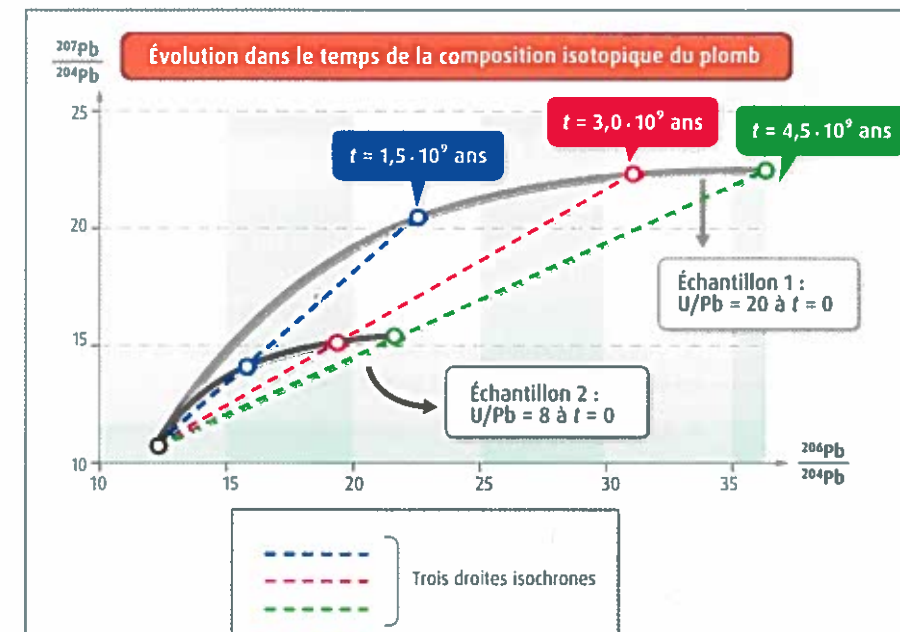
La notion d'isotopie est découverte par Soddy en 1911 pour rendre compte des propriétés chimiques très proches de certains éléments. Deux isotopes ont le même nombre de protons et d'électrons, mais pas le même nombre de neutrons. Le plomb comprend de nombreux isotopes, dont le plomb 204, qui est stable et n'est pas le résultat d'une chaîne de désintégration radioactive.

DOC 4 Deux réactions de désintégration radioactive.



DOC 5 Le physicien A. O. Nier avec un spectromètre de masse de sa conception en 1940. Avec la mise au point de cet appareil, il devient possible de mesurer très précisément des rapports d'abondance entre différents isotopes.

DOC 6 Le concept d'isochrone (1946).



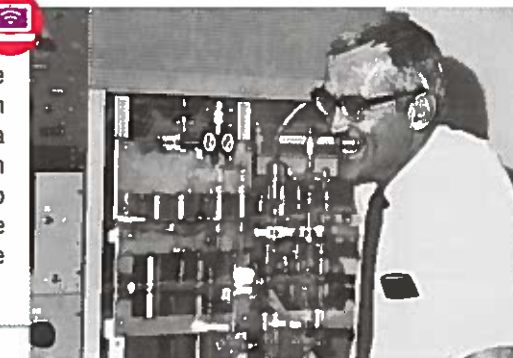
« Les rapports $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ et $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ augmentent avec le temps. Le point de départ de cette évolution est fixé par la composition du plomb primordial. Le chemin parcouru dépend en outre de la teneur en uranium du minéral, car le plomb 204 est en effet dilué d'autant plus vite par les isotopes radiogéniques que cette teneur en uranium est forte. À partir de la même composition primordiale, des minéraux de teneur croissante en uranium définissent ainsi des évolutions de plus en plus marquées. Or ces chemins ont la particularité mathématique que des minéraux de même âge, mais de teneurs en uranium différentes, se placent tous sur une même droite. L'âge est alors très simplement donné par la pente de cette droite, appelée isochrone par Fritz Houtermans. »

P. Richet, *Travaux du comité français d'histoire de la géologie*, 1999.

Calculer avec les données de Patterson

Dans les années 1950, le modèle de formation du système solaire propose que tous ses éléments se sont formés en même temps. Ainsi, dater un objet primitif du système solaire telle qu'une météorite permet d'accéder à l'âge des planètes, dont la Terre. Le géochimiste américain Clair Patterson applique la méthode décrite **DOC 6** (mesure des rapports $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ et $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) à cinq météorites. Il obtient une droite isochrone correspondant à un âge de 4,55 milliards d'années. C'est l'âge de la Terre admis par la communauté scientifique aujourd'hui encore.

DOC 7 Les travaux de Clair Patterson (1953).



TÂCHE COMPLEXE

Mission

Vous répondrez à la question de l'unité sous la forme d'une frise chronologique accompagnée d'un texte.

Pistes de réalisation

- Votre frise mentionnera les étapes clés qui ont conduit à proposer l'âge aujourd'hui admis pour la Terre.
- Votre texte expliquera comment les conclusions de Kelvin ont été remises en cause; puis il montrera que la mise au point de la méthode de datation de la Terre résulte d'échanges entre plusieurs domaines scientifiques ou techniques.

Besoin d'aide?