

DATATION RADIOACTIVE



Ce qu'il faut retenir

La datation radiométrique (ou datation radioactive) est toute technique utilisée pour dater les matériaux organiques et inorganiques d'un processus impliquant la désintégration radioactive. La méthode compare l'abondance d'un isotope radioactif naturel dans le matériau à l'abondance de ses produits de désintégration, qui se forment à un taux de désintégration constant connu.

Toutes ces méthodes sont basées sur le fait que la vitesse à laquelle les noyaux radioactifs se désintègrent n'est pas affectée par leur environnement, elle peut être utilisée pour estimer l'âge de tout échantillon ou objet matériel qui contient un isotope radioactif. Les calculs de la désintégration des noyaux radioactifs sont relativement simples, du fait qu'il n'y a qu'une seule loi fondamentale régissant tous les processus de désintégration.

La loi de désintégration radioactive stipule que la probabilité par unité de temps qu'un noyau se désintègre est une constante, indépendante du temps. Cette constante est appelée constante de désintégration et est notée λ , « lambda ». Cette probabilité constante peut varier considérablement entre les différents types de noyaux, conduisant aux nombreux taux de désintégration observés différents. La désintégration radioactive d'un certain nombre d'atomes (masse) est exponentielle dans le temps.

Loi de désintégration radioactive: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

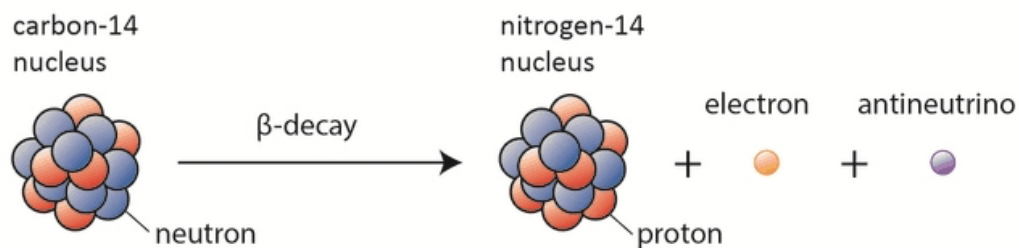
Parmi les techniques les plus connues figurent:

- datation au carbone 14,
- datation potassium – argon,
- datation uranium-plomb .

Les méthodes de datation radiométrique sont utilisées en géochronologie pour établir l'échelle de temps géologique et peuvent également être utilisées pour dater des matériaux archéologiques , y compris des objets anciens .

Datation au carbone 14 – Datation au radiocarbone

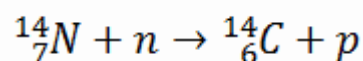
La datation au carbone 14 , également connue sous le nom de datation au radiocarbone , est une méthode permettant de déterminer l'âge d'un objet contenant une matière organique en utilisant les propriétés du radionucléide carbone 14. Le carbone 14 radioactif a une demi-vie de 5730 ans et subit une désintégration β^- , où le neutron est converti en proton , en électron et en antineutrino électronique :



Désintégration bêta du noyau C-14.

Malgré cette courte demi-vie par rapport à l'âge de la terre, le carbone 14 est un isotope naturel. Sa présence peut s'expliquer par la simple observation suivante. Notre atmosphère contient de nombreux gaz, dont l'azote-14. De plus, l'atmosphère est constamment bombardée de rayons cosmiques de haute énergie , constitués de protons, de noyaux plus lourds ou de rayons gamma. Ces rayons cosmiques interagissent avec les noyaux de l'atmosphère et produisent également des neutrons de haute énergie. Ces neutrons produits lors de ces collisions peuvent être absorbés par l'azote-14 pour produire un isotope du carbone-14:

Le carbone 14 peut également être produit dans l'atmosphère par d'autres réactions neutroniques, notamment le $^{13}\text{C}(n, \gamma)^{14}\text{C}$ et le $^{17}\text{O}(n, \alpha)^{14}\text{C}$. En conséquence, le carbone 14 est formé en continu dans la haute atmosphère par l'interaction des rayons cosmiques avec l'azote atmosphérique. En moyenne, seulement un atome de carbone sur $1,3 \times 10^{12}$ dans l'atmosphère est un atome de carbone 14 radioactif.



Le carbone 14 résultant se combine avec l'oxygène atmosphérique pour former du dioxyde de carbone radioactif, qui est incorporé aux plantes par photosynthèse. Par conséquent, tous les systèmes biologiques comme les plantes, les animaux et les humains contiennent un certain niveau de carbone 14 radioactif. Tant que le système biologique est vivant, le niveau est constant en raison de l'apport constant de tous les isotopes de carbone. Lorsque le système biologique meurt, il arrête d'échanger du carbone avec son environnement, et à partir de là, la quantité de carbone 14 qu'il contient commence à diminuer à mesure que le carbone 14 subit une décroissance radioactive. En revanche, la quantité de carbone 12 stable reste inchangée. En conséquence, la concentration relative de ces deux isotopes dans tout organisme change après sa mort. Le procédé permet de réaliser des datations il y a environ 20 000 ans avec une précision d'environ ± 100 ans.

La technique de datation au carbone a été initialement suggérée par Willard Libby et ses collègues en 1949. En 1960, Willard Libby a reçu le prix Nobel de chimie pour ce travail.

L'une des plus anciennes méthodes de datation radiométrique est la datation à l'uranium et au plomb. L'âge de la croûte terrestre peut être estimé à partir du rapport entre les quantités d'uranium 238 et de plomb 206 trouvées dans les spécimens géologiques. La longue demi-vie de l'isotope uranium-238 ($4,51 \times 10^9$ ans) le rend bien adapté pour une utilisation dans l'estimation de l'âge des premières roches ignées et pour d'autres types de datation radiométrique, y compris la datation uranium – thorium et l'uranium– datation à l'uranium.

La datation à l'uranium et au plomb est basée sur la mesure du premier et du dernier membre de la série de l'uranium, qui est l'une des trois séries radioactives classiques commençant par l'uranium 238 naturel. Cette chaîne de désintégration radioactive se compose de noyaux atomiques lourds instables qui se désintègrent à travers une séquence de désintégrations alpha et bêta jusqu'à ce qu'un noyau stable soit atteint. Dans le cas des séries d'uranium, le noyau stable est le plomb-206. L'hypothèse faite est que tous les noyaux de plomb-206 trouvés dans l'échantillon aujourd'hui étaient à l'origine des noyaux d'uranium-238. Cela signifie qu'à la formation de la croûte, l'échantillon ne contenait aucun noyau de plomb-206. Si aucun autre isotope du plomb n'est trouvé dans l'échantillon, c'est une hypothèse raisonnable.

La méthode de datation à l'uranium et au plomb est généralement effectuée sur le zircon minéral. Les zircons de Jack Hills, dans l'ouest de l'Australie, ont donné des âges U-Pb jusqu'à 4,404 milliards d'années, interprétés comme l'âge de cristallisation, ce qui en fait les minéraux les plus anciens à ce jour sur Terre.