

Principe de la datation au carbone 14

Cette méthode, découverte il y a une cinquantaine d'années, est utilisée essentiellement pour dater des objets de moins de 40 000 ans, comme par exemple les peintures rupestres des grottes de Lascaux.

Le carbone est présent dans l'atmosphère (sous forme de CO_2) et dans tous les organismes vivants. L'élément carbone comporte principalement du carbone 12 stable et une très faible proportion de carbone 14 radioactif, de demi-vie 5568 ans.

Le carbone 14 est produit en permanence dans la haute atmosphère (à cause du rayonnement cosmique sur les noyaux d'azote). Le principe de la méthode repose sur l'hypothèse selon laquelle, dans l'atmosphère, le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ est quasiment constant au cours du temps. En effet, pendant des durées identiques, la quantité de ^{14}C produite en haute atmosphère est environ égale à la quantité de ^{14}C désintégrée.

Les organismes vivants fixant le carbone de l'atmosphère lors de leur métabolisme contiennent donc les deux isotopes dans les mêmes proportions que celles de l'atmosphère.

Dès qu'un organisme meurt, le ^{14}C qu'il contient n'est plus renouvelé (plus de respiration ou photosynthèse...) et le rapport $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ à l'intérieur de l'organisme ne cesse de diminuer. Une mesure de l'activité A de l'échantillon mort permet, par comparaison avec une activité de référence A_0 , de remonter à l'âge de l'organisme.

Il est à noter que pour évaluer l'activité A_0 initiale de l'organisme (donc juste avant sa mort), on fait l'hypothèse que la proportion $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ dans l'atmosphère n'a pratiquement pas variée jusqu'à aujourd'hui (quelques corrections sont cependant apportées pour tenir compte des variations dues aux activités industrielles du XX^{ème} siècle et de l'accumulation en dioxyde de carbone dans l'atmosphère).

Exercice d'application

- Au bout de combien de temps après la mort d'une plante, la quantité de carbone 14 qu'elle contenait lors de sa mort aura diminué de moitié ?
- Pour dater un échantillon de bois ancien, on compare l'activité A d'un échantillon de ce bois ancien à l'activité A_0 d'un échantillon actuel, de même masse.
 - Quelle relation existe entre A , A_0 , λ (constante radioactive de ^{14}C) et t , date de la coupe du bois ?
 - Dans une tombe égyptienne, on a trouvé un échantillon de bois provenant d'un sarcophage qui produit 560 désintégrations par seconde alors qu'un échantillon de même masse du même bois fraîchement coupé produit 816 désintégrations par seconde. Déterminer la date de fabrication du sarcophage.
- Pourquoi ne peut-on pas dater par cette méthode un objet de plus de 40 000 ans ?

Exercice sur la datation par d'autres méthodes : exemple de la méthode potassium/argon

Les roches volcaniques contiennent du potassium 40 radioactif qui se transforme en argon 40 gazeux avec une demi-vie de $1,3 \cdot 10^9$ ans. Au cours des siècles, l'argon 40 s'accumule dans la roche alors que le potassium 40 disparaît.

Lors d'une éruption volcanique, la lave dégaze : tout l'argon présent dans la lave s'échappe. A la date de l'éruption, la lave solidifiée ne contient plus d'argon antérieur à l'événement.

1. L'analyse d'un échantillon de basalte trouvé près d'un ancien volcan montre qu'il contient $m_1 = 2,9800$ mg de ^{40}K et $m_2 = 8,6$ μg de ^{40}Ar .

- Exprimer le nombre de noyaux de ^{40}K juste après la dernière éruption en fonction du nombre de noyaux de ^{40}K et de ^{40}Ar à la date de l'analyse.
- Déterminer la date de la dernière éruption.

2. Pour déterminer la date de formation de cailloux lunaires rapportés de l'expédition *Apollo XI*, l'analyse d'un échantillon de cailloux effectuée dans les conditions normales a donné $8,0 \cdot 10^{-3}$ cm^3 de ^{40}Ar et $1,67 \cdot 10^{-6}$ g de ^{40}K .

- Calculer le nombre de noyaux de ^{40}K et de noyaux de ^{40}Ar à la date de l'analyse.
- Calculer l'âge des cailloux. Conclure.

