

La datation des objets en bois, ivoire, os, tissu, ... Le carbone 14 par AMS

La datation au carbone 14 est basée sur la mesure de l'activité radiologique du carbone 14 contenu dans toute matière organique. Elle permet de déterminer l'intervalle de temps écoulé depuis la mort de l'organisme à dater (l'abattage de l'arbre par exemple).

Historique

Vers la fin des années 1940, des travaux réalisés aux États-Unis testèrent les potentialités d'utiliser les propriétés de la radioactivité naturelle du carbone 14 dans le cadre de la datation des matières organiques [1]. Puis, dans les années 1950, **Willard Frank Libby** a commencé à faire des expériences sur des échantillons égyptiens, qui furent couronnés de succès et lui valurent, en 1960, le prix Nobel de chimie pour le développement de cette méthode [2-3]. Depuis, avec l'évolution des techniques de mesure et l'accroissement de leur précision, il s'est avéré que le principe initial devait être ajusté, ce qui a conduit à l'élaboration d'une "calibration" des résultats, basée, en particulier, sur la comparaison avec des données obtenues par d'autres méthodes de datation (la dendrochronologie, par exemple) [4].

Principe de la méthode

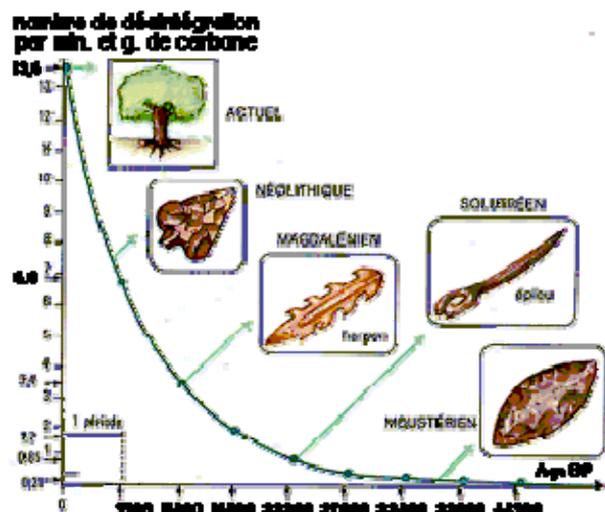
Le **carbone 14** (C^{14}) ou radiocarbone est un isotope radioactif du carbone dont la **période radioactive** (ou demi-vie) est égale à **5730 ans**.

Un organisme vivant assimile le carbone sans distinction isotopique, la proportion de C^{14} par rapport au carbone total (C^{12} , C^{13} et C^{14}) étant la même que celle existant dans l'atmosphère du moment.

La datation par carbone 14 se fonde ainsi sur la présence, dans tout organisme vivant, de radiocarbone en infime proportion (de l'ordre de 10^{-12} pour le rapport C^{14}/C total). A partir de l'instant où meurt un organisme, les échanges avec l'extérieur cessant, la quantité de radiocarbone qu'il contient décroît au cours du temps selon une loi exponentielle connue (désintégration naturelle des atomes de carbone 14).

Un échantillon de matière organique issu de cet organisme peut donc être daté en mesurant le rapport C^{14}/C total.

Courbe de décroissance exponentielle du ^{14}C



Dater un échantillon de matière organique consiste à mesurer le rapport C^{14}/C total et à en déduire son âge.

Le rapport C^{14}/C total est mesuré soit indirectement par la mesure de l'activité spécifique due au radiocarbone naturel qui est proportionnelle au rapport C^{14}/C total, soit directement par spectrométrie de masse.

Aujourd'hui, la mesure directe du rapport C^{14}/C total par la seconde méthode est privilégiée car elle permet de dater des **échantillons beaucoup plus petits** (moins d'un milligramme contre plusieurs grammes de carbone auparavant) et **en un minimum de temps** (en moins d'une heure contre plusieurs jours ou semaines). En pratique, le carbone extrait de l'échantillon est d'abord transformé en graphite, puis en ions qui sont accélérés par la tension générée par un spectromètre de masse couplé à un accélérateur de particules. Les différents isotopes du carbone sont alors séparés ce qui permet de compter les ions de carbone 14.

Signalons que les **échantillons vieux de plus de 50 000 ans ne peuvent être datés** au carbone 14 car le rapport C^{14}/C total est alors trop faible pour être mesuré par les techniques actuelles.

Age conventionnel et âge calibré

L'âge carbone 14 conventionnel d'un échantillon de matière organique, exprimé en années "before present" (BP), est calculé en considérant les deux éléments suivants :

- ✓ la période de désintégration du carbone 14 a été mesurée vers 1950 par Libby à 5568 ans ; or, depuis, des expériences plus précises ont été réalisées et donnent une période de 5730 ans ;
- ✓ la date de référence à partir de laquelle est mesuré le temps écoulé depuis la mort de l'organisme a été fixée à 1950 par Libby.

Par ailleurs, dès le début des années 1960, certaines divergences systématiques ont été observées, sur les mêmes échantillons, entre l'âge issu de la datation au carbone 14 et celui estimé par l'archéologie ou la dendrochronologie.

En effet, il s'avère que suite aux variations du champ magnétique terrestre, le taux de production du radiocarbone naturel a varié au cours du temps. Les changements climatiques ainsi que le rejet massif de carbone fossile dans l'atmosphère par l'industrie et les transports ont également modifié la teneur totale de carbone, donc de carbone 14. De plus, durant les années 1950 et 1960, les essais nucléaires ont presque doublé la quantité de radiocarbone dans l'atmosphère.

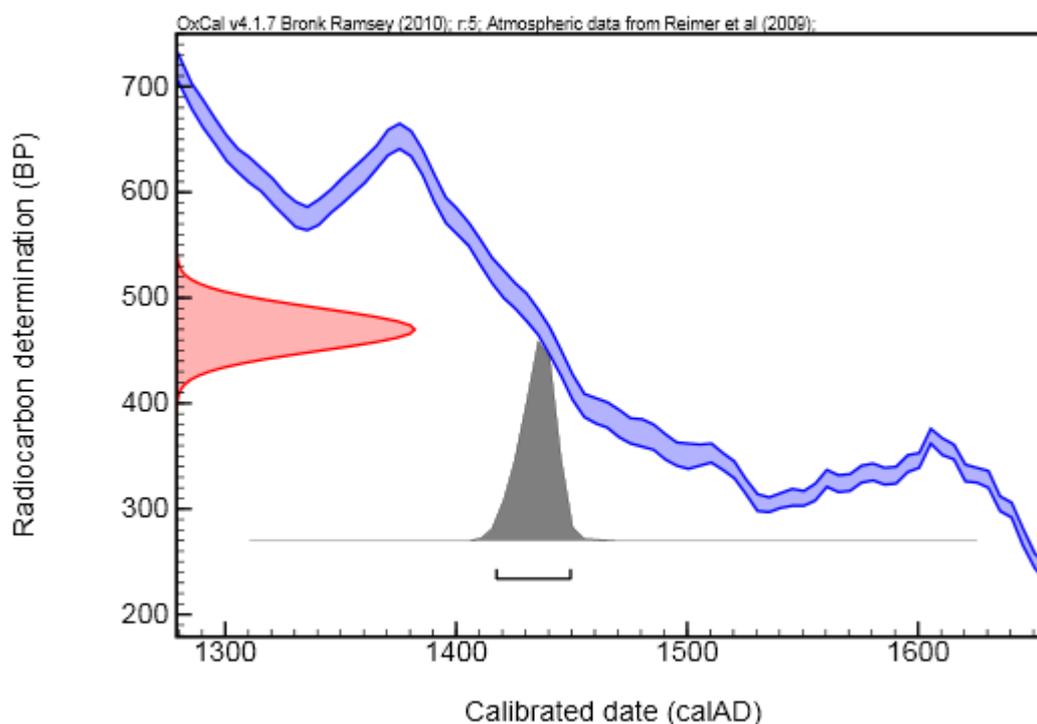
Par conséquent, les conventions choisies par Libby n'étant pas satisfaisantes, et la quantité globale de carbone 14 total dans la biosphère n'étant pas constante dans le temps, il est devenu nécessaire de construire des **courbes de calibration** en confrontant les datations obtenues par carbone 14 et celles données par d'autres méthodes telles que la dendrochronologie.

Ainsi, on transforme via ces courbes, l'âge BP en **âge calibré ou calendaire** exprimé sous forme d'intervalles chronologiques associés à un pourcentage de probabilité [5-6].

Exemple de calibration d'une datation C14

Age Radiocarbone : 470 ± 20 BP

Estimation des intervalles de dates calibrées : 1417 – 1449 AD (probabilité de 95,4%)
(2 sigma)



Bibliographie

- [1] **G. Marlowe**, 1999, Year one: radiocarbon dating and American archaeology, 1947-1948 », *American Antiquity*, LXIV/1, p. 9-32.
- [2] **W.F. Libby**, 1955, *Radiocarbon dating*. 2nd Ed, University of Chicago Press, Chicago.
- [3] **G. Marlowe**, 1980, W.F Libby and the archaeologists, 1946-1948, *Radiocarbon*, XXII/3, p.1005-1014.
- [4] **R.E. Taylor**, 1987, *Radiocarbon dating: an archaeological perspective*, Academic Press, London, chap. 6.
- [5] **M. Stuiver et al.**, 1998, CALIB rev 4.3 (Data set 2), *Radiocarbon*, vol. 40, p. 1041-1083.
- [6] **A.J.T. Jull**, 2003, *Radiocarbon*, vol. 46, 18th conference, Wellington.