

Nombre de désintégrations par min. et g. de carbone

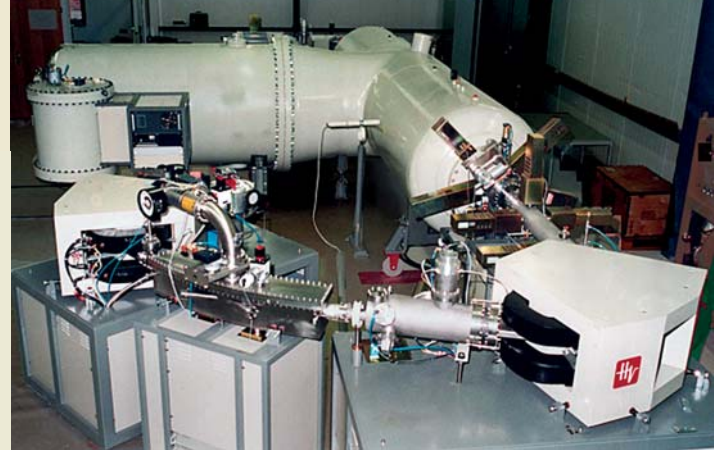
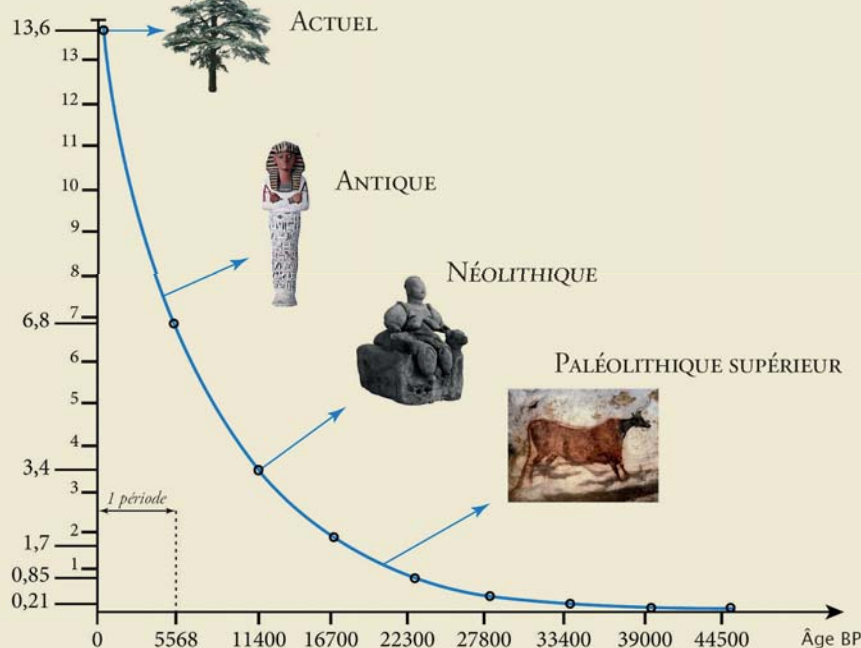


FIG. 1 : Loi exponentielle de désintégration du carbone 14 et repères chronologiques.
© CIRAM.

FIG. 2 : Ligne d'accélérateur de particules et spectromètre de masse associé (AMS).

CARBONE 14

DATATION DE L'ART TRIBAL

Par Dr. Olivier Bobin et Dr. Armel Bouvier
(rattachés au CIRAM)

Comment ça marche ?

Dès la fin des années 1940, des chercheurs américains commencèrent à utiliser les propriétés de la radioactivité naturelle du carbone 14 pour la datation des matières organiques. Puis, dans les années 1950, Willard Frank Libby commença à dater des échantillons égyptiens, avec un réel succès. Il en fut récompensé en 1960 par le prix Nobel de chimie. La datation carbone 14 ou radiocarbone permet de déterminer le temps écoulé depuis la mort de l'organisme (l'abattage de l'arbre ou la mort de l'animal par exemple). Cette méthode, qui a révolutionné l'archéométrie, permet de dater le bois, l'ivoire, les os, les dents, les cheveux, les textiles, le papier, les coquillages...

Cette méthode de datation est basée sur la mesure de la quantité de carbone 14 restant dans le matériau. Le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone, c'est-à-dire qu'il va disparaître au cours du temps.

Un organisme vivant contient une quantité constante de carbone 14, du fait des échanges avec l'atmosphère (respiration ou photosynthèse). À la mort de l'organisme, les échanges avec l'extérieur cessent et la quantité de carbone

14 diminue alors selon une loi exponentielle connue. Sa concentration est divisée par deux tous les cinq mille sept cent trente ans. C'est la mesure du rapport carbone 14 sur carbone total qui permet de dater les matériaux. La limite de datation est aux environs de cinquante mille ans. Au-delà, la quantité de carbone 14 est alors trop faible pour être mesurée par les techniques actuelles.

Les mesures sont effectuées par spectrométrie de masse couplée à un accélérateur de particules (AMS). Cette technique nécessite très peu de matière (0,01 gramme environ contre 1 gramme auparavant), un minimum de temps d'analyse (moins d'une heure de comptage contre plusieurs jours ou semaines auparavant) et fournit des mesures beaucoup plus précises qu'avec les anciennes méthodes.

S'affranchir des pollutions

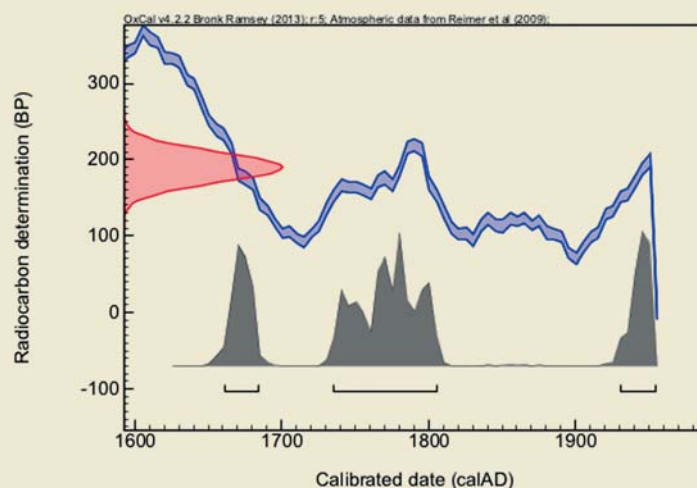
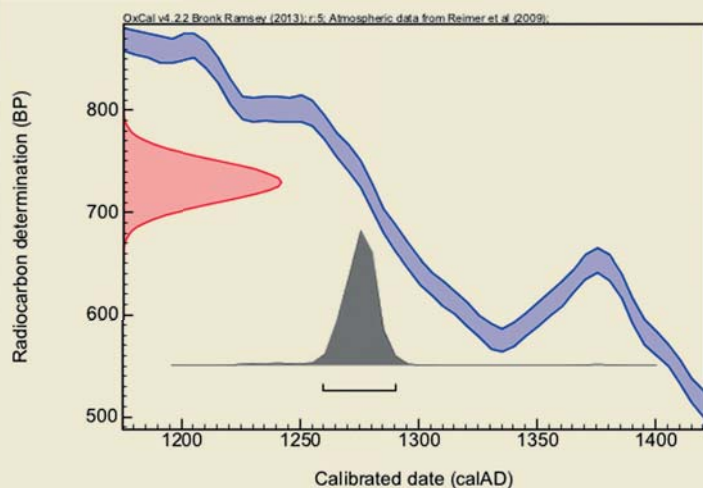
L'échantillon subit au préalable de nombreux traitements : Soxhlet, acides, bases, eau déminéralisée. Le CO2

FIG. 3 (ci-contre) : Salière sapi-portugaise, Sierra Leone. XVI^e siècle. H : 23,1 cm, collection privée, avec l'aimable autorisation d'Entwistle, Londres). Photo Ed Parrinello / Square Moose.

FIG. 4 (ci-dessous) : Vue de l'envers d'un masque en bois et localisation du prélèvement (2 à 3 mm de diamètre).
© CIRAM.







extrait est enfin purifié et converti en graphite. Ces différentes étapes permettent d'éliminer les polluants potentiels (colle, résine, cire et autres matériaux de restauration et conservation). Le « nettoyage » des échantillons est indispensable à l'obtention de résultats fiables et rigoureux, principalement pour les objets d'art.

Pour s'en convaincre, il suffit d'imaginer un objet récent recouvert d'une cire microcristalline à base de pétrole, que nous allons dater sans traitement préalable de l'échantillon. La date obtenue pourra être ancienne, car le pétrole contient du carbone fossile (donc très vieux). En mélangeant un matériau très ancien (pétrole) à un bois moderne, on peut donc obtenir une date moyenne faussement ancienne et qui ne correspondra pas du tout à l'âge de la fabrication de l'objet.

La calibration des résultats

La quantité de carbone 14 restant dans un matériau est donc proportionnelle à son âge. C'est ce que l'on appelle l'âge radiocarbone qui est exprimé en années « before present », BP, (par exemple 730 ± 20 ans BP). Le « présent du carbone 14 » a été fixé à 1950 par Libby. L'âge radiocarbone est calculé en supposant que la concentration de carbone 14 a été constante dans le temps.

Aujourd'hui on sait qu'il n'en est rien et que les teneurs en carbone 14 varient en fonction de l'activité solaire, des changements climatiques, ou de l'activité industrielle par exemple. Les résultats obtenus en première approche doivent donc être corrigés ; on parle de calibration des résultats. Des courbes de calibration ont été construites et elles permettent de transformer l'âge BP en intervalles de dates calibrées associés à un pourcentage de probabilité (par exemple 730 ± 20 ans BP correspond après calibration à l'intervalle 1260 – 1290 apr. J.-C. - probabilité de 95,4 %).

Des exemples concrets

AVANT LE XVII^e SIÈCLE

La datation d'une salière sapi en ivoire de la galerie Entwistle de Londres a permis de préciser sa période de fabrication. Les dates calibrées du prélèvement sous le couvercle comportent deux intervalles : 1438 – 1518 apr. J.-C. (82,5 %) et 1593 – 1619 apr. J.-C. (12,9 %). En s'appuyant sur l'approche stylistique, le cycle des matériaux et la datation carbone 14, cet objet date plus probablement du XVI^e siècle.

Les cultures Dogon – Tellem ont produit des objets pendant une très longue période. C'est pourquoi la datation carbone 14 est tout à fait appropriée pour préciser la chronologie de ces sculptures. L'étude réalisée sur ce personnage masculin aux bras levés pour la galerie Alain Bovis a permis de confirmer qu'il était du XV^e siècle de notre ère.

L'âge radiocarbone est de 440 ± 20 ans BP. La calibration de ce résultat n'a fourni qu'un seul intervalle très précis : 1427 – 1469 apr. J.-C. (95,4 %).

APRÈS LE XVII^e SIÈCLE

Les datations carbone 14 ne sont pas toujours aussi précises, car la courbe de calibration n'a pas une inclinaison uniforme. On repère, entre autres, une zone de « plateau » entre le XVIII^e et le XX^e siècle qui ne permet pas de différencier ces périodes.

L'exemple de ce masque kwele testé pour la galerie Claes de Bruxelles est caractéristique. L'âge radiocarbone est de 190 ± 20 ans BP, ce qui le situerait entre 1740 et 1780 apr. J.-C. Après calibration, on obtient trois intervalles différents : 1661 – 1684 (20,4 %) ; 1735 – 1806 (54,0 %) ; 1930 – 1954 (21,0 %).

La datation confirme que ce masque date le plus probablement du début du XIX^e siècle.



FIG. 5 : Courbe de calibration (bleue) et intervalle de dates calibrées (pic gris). Âge radiocarbone : 730 ± 20 BP. Dates calibrées : 1260 – 1290 apr. J.-C. - probabilité de 95,4 %.

FIG. 6 : Courbe de calibration (bleue) et intervalle de dates calibrées (pic gris). Âge radiocarbone : 190 ± 20 BP. Dates calibrées : 1661 – 1684 apr. J.-C. (probabilité 20,4 %) ; 1735 – 1806 apr. J.-C. (probabilité 54,0 %) ; 1930 – 1954 apr. J.-C. (probabilité 21,0 %).

Cet exemple exprime la limite de la datation carbone 14 dans le domaine de l'art en général et des arts premiers en particulier. Les analyses scientifiques ne peuvent pas être considérées comme absolues, mais bien comme une approche complémentaire au travail du marchand et de l'historien de l'art. On pourrait parler d'une assistance technique ou d'un support scientifique.

Ce ne sont pas les calculs de probabilités qui renseignent à eux seuls sur l'intervalle le plus probable, mais c'est bien l'échange avec les professionnels qui permettra de privilégier un intervalle plutôt qu'un autre.

AVANT OU APRÈS 1954

La datation carbone 14 permet de distinguer de façon ab-

solue si les objets ont été fabriqués avec un matériau ayant vécu avant ou après 1954. Cette « frontière » artificielle a été fabriquée par l'Homme. En effet, les bombes atomiques lancées sur Hiroshima et Nagasaki, et surtout les essais nucléaires atmosphériques des années 1950 ont presque doublé la quantité de carbone 14 dans l'atmosphère. Dans les objets récents, c'est-à-dire fabriqués avec des matériaux ayant vécu après 1954, on détecte des teneurs en carbone 14 anormalement élevées et jamais rencontrées dans l'histoire.

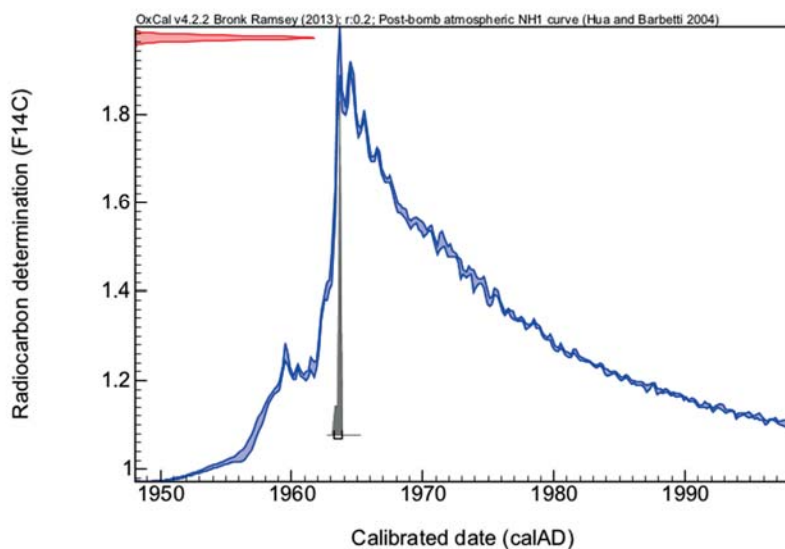
Depuis l'arrêt des essais nucléaires atmosphériques (début des années 1960), la diminution de la quantité de carbone 14 est très régulière. Ceci a permis d'obtenir des datations très précises (jusqu'à un à deux ans), qui peuvent également être utilisées pour la datation du vin.



FIG. 7 (à gauche) : Sculpture Tellem, Mali.
H : 47,5 cm.
Avec l'aimable autorisation de la galerie Alain Bovis, Paris.

FIG. 8 : Masque Kwele, Gabon.
H : 30,5 cm, collection privée, avec l'aimable autorisation de Didier Claes, Bruxelles.

FIG. 9 : Courbe de calibration post-bombes (bleue) et intervalle de dates calibrées (pic gris). Âge radiocarbone : après 1954. Dates calibrées : 1963-1964 - probabilité de 95,4 %.



Questions et réponses

Le carbone 14 ne sert à rien dans l'art tribal !

Faux. D'une part, le carbone 14 permet de différencier de façon absolue les objets fabriqués avec des matériaux ayant vécu avant ou après 1954. D'autre part, il est très performant pour les anciennes cultures telles que les Dogon, Tellem, Djenneké... Enfin, les multiples intervalles de dates identifient la période la plus probable.

Les conditions de conservation d'un objet modifient la datation (sédiments, grotte, eau).

Absolument pas, car on date la mort de l'individu, et par définition, la mort marque l'arrêt des échanges avec l'environnement. La quantité de carbone 14 diminue donc sans relation avec son milieu.

Un passage au scanner ou une irradiation intentionnelle change la date carbone 14.

Pas du tout. L'organisme est mort, on ne peut donc pas le « recharger en carbone 14 ». On ne peut pas non plus enlever du carbone 14, pour le vieillir artificiellement.

Pour un bois, un ivoire, un textile et un papier du même âge, lequel donnera la meilleure précision de datation ?

Il n'y a pas de différence. Ces matériaux ont intégré la même quantité de carbone 14 et sa désintégration est équivalente quel que soit le milieu. La datation de l'ivoire nécessite juste un prélèvement plus important, car on date le collagène qui ne représente que 10 à 20 % de la masse (échantillon d'au moins 200 milligrammes).

La patine d'un bois (sang, miel, huile, œuf...) peut-elle être datée par carbone 14 ?

Dans l'absolu oui, car il s'agit de matériaux organiques. Mais le résultat ne sera pas rigoureux. Car ces produits ont pu être appliqués à différentes époques. La datation obtenue serait donc la moyenne de plusieurs périodes que l'on ne peut pas distinguer. L'étude de la composition des patines peut, par contre, apporter des informations techniques intéressantes.

Un échantillon prélevé au centre d'un masque ou d'une statue et un autre prélevé sur le bord auront-ils des datations différentes ?

Oui. C'est l'une des limites de la méthode. Il y a dans la majorité des cas une différence entre la mort du cœur de l'arbre (le duramen) et l'abattage de l'arbre (cinquante à cent ans en général). On parle de l'effet « vieux bois ». C'est pourquoi nous prélevons toujours des échantillons dans les parties extérieures des objets, afin de dater l'événement le plus proche de la fabrication de l'objet.

DES ANCIENS RÉCENTS

Il est important de rappeler que le carbone 14 date la mort de l'organisme et non la mise en forme de l'objet. C'est pourquoi on peut imaginer un objet sculpté récemment avec du bois coupé il y a deux cents ou trois cents ans. Toutefois, il faudra que la date du matériau soit conforme au style de l'objet. Par exemple, cette copie fabriquée avec de l'ivoire de mammoth conservé dans le permafrost (sol continuellement gelé) et datant de trente-cinq mille ans. Ou encore, la copie d'une statue égyptienne de Basse Époque fabriquée dans un bois du XV^e siècle de notre ère. Étonnant !

LA PLACE DE LA SCIENCE

La datation carbone 14 a constitué et constitue toujours une avancée primordiale pour l'archéologie et l'histoire de l'art. Elle est devenue au fil du temps un outil majeur du marché de l'art. Comme nous le confiait dernièrement Bernard Dulon : « Le carbone 14 est tout à fait adapté à la détection des faux et en particulier dans l'art tribal. » Elle apporte des données objectives à l'étude d'un objet, comme peuvent le faire la thermoluminescence pour la terre cuite ou la micro-analyse pour le métal. Mais ces « tests » scientifiques ne sauraient remplacer l'approche historique et stylistique des œuvres. Ils doivent être considérés comme des aides à la prise de décision, comme des limiteurs de risques, comme des actions connexes à l'achat.

BIBLIOGRAPHIE

- E.C. Anderson, W.F. Libby, S. Weinhouse, A.F. Reid, A.D. Kirschenbaum, A.V. Grosse, 1947, « Radiocarbon from cosmic radiation », *Science* 105 : 576-577.
- W.F. Libby, 1955, *Radiocarbon dating*. 2nd Ed, University of Chicago Press, Chicago.
- G. Marlowe, 1980, « W.F. Libby and the archaeologists, 1946-1948 », *Radiocarbon*, XXII / 3, p.1005-1014.
- R.E. Taylor, 1987, *Radiocarbon dating: an archaeological perspective*, Academic Press, London, chap. 6.
- M. Stuiver et al., 1998, CALIB rev 4.3 (Data set 2), *Radiocarbon*, vol. 40, p. 1041-1083.
- G. Marlowe, 1999, « Year one: radiocarbon dating and American archaeology, 1947-1948 », *American Antiquity*, LXIV / 1, p. 9-32.
- A.J.T. Jull, 2003, *Radiocarbon*, vol. 46, 18th conference, Wellington.
- P. Craddock, 2009, « Scientific investigation of copies, fakes and forgeries », Butterworth-Heinemann, Oxford, 628 p.