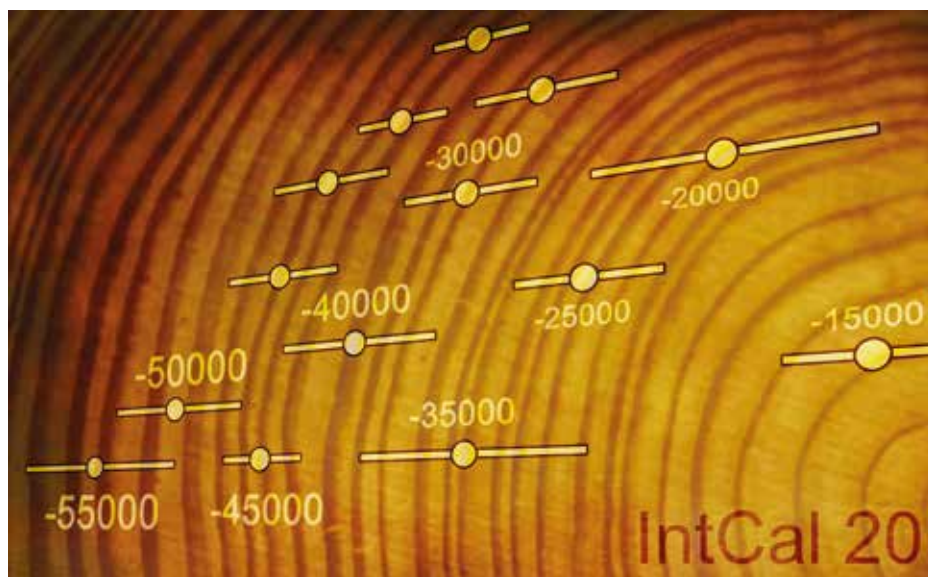


CARBONE 14

Une nouvelle horloge pour les archéologues

Un événement s'est produit cet été : la nouvelle courbe Intcal20 est enfin sortie, après treize années de recherches acharnées menées par des scientifiques de tous les continents. Grâce à elle, archéologues et préhistoriens pourront convertir leurs dates Carbone 14 en âge réel avec davantage de précision, jusque vers 55 000 ans.



(ou humaine plus récemment) augmentent la concentration de CO_2 non radioactif dans l'atmosphère, diluant de fait celui d'origine cosmique. Dans ce cas, les échantillons de ces époques contiendront moins de ^{14}C et apparaîtront donc plus vieux.

Si bien que l'on constate une dérive des âges ^{14}C par rapport aux âges réels. Il faut donc calibrer ces âges BP par une courbe obtenue à partir d'autres méthodes de datation – comme la dendrochronologie (le comptage des cernes des arbres) par exemple. Un groupe international de chercheurs, l'*Intcal Working Group* (IWG), travaille depuis 1993 à l'amélioration de cette courbe de calibration. Il vient d'en publier une récente qui utilise de nouveaux matériaux, comme des bois âgés de plus de 50 000 ans prélevés en Nouvelle Zélande et dans la région de la Moyenne Durance en France. Cette courbe profite aussi des progrès de la chimie, qui peut caractériser désormais des éléments de plus en plus ténus, ainsi que de nouveaux outils plus performants, comme le nouveau spectromètre de masse AixMICADAS, du Centre de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement (CEREGE) d'Aix-en-Provence. Intcal20 a d'ailleurs révélé quelques surprises, que nous détaille ici le professeur Édouard Bard. Jacques Daniel

Le carbone 14 est un élément radioactif, produit dans la haute atmosphère par l'action du rayonnement cosmique sur des noyaux d'azote. Il est incorporé ensuite par tous les êtres vivants, par l'intermédiaire du CO_2 dans lequel il s'insinue. Après la mort de ces organismes, il se désintègre en Azote 14, suivant une période de demi-vie de 5 730 ans – c'est-à-dire qu'au bout de ce laps de temps, il ne restera plus que 50 % de la quantité initiale de ^{14}C dans l'organisme et au bout de 40 000 ans, il restera moins de 1 % de la teneur primitive. Il est donc difficile de remonter loin dans le temps, car il devient très délicat de prélever d'aussi petites quantités, sans risquer de les contaminer par du carbone plus récent.

Réajustements des constantes

C'est Willard Frank Libby qui eut l'idée, en 1946, d'utiliser le carbone 14 pour dater les vestiges archéologiques

issus du vivant. La correspondance entre les dates obtenues et les âges estimés sembla confirmer la justesse de la méthode, qui lui valut d'ailleurs le prix Nobel. Or la difficulté, c'est que pour dater la mort d'un organisme, il faut connaître la quantité initiale de ^{14}C , celle qui était présent dans l'atmosphère à l'époque-dite. Libby avait considéré cette quantité comme une constante, qu'il avait étalonnée en 1950. Les datations étaient donc fournies en âges BP, *Before Present*, ce présent étant fixé par convention en 1950. Mais, au fil des années, une faille est apparue... En effet, la quantité de carbone ^{14}C dans l'atmosphère n'a jamais été constante au cours du temps ! Elle est tributaire de l'intensité du rayonnement cosmique et de l'action des champs magnétiques du soleil et de la terre, qui les repoussent avec plus ou moins de force selon les époques. Par ailleurs, des changements du cycle du carbone d'origine naturelle

Dessin Éric Le Brun

Dessin Éric Le Brun

LE POINT DE VUE DU SPÉCIALISTE

« Notre ambition est d'avoir une calibration optimale du carbone 14 »

Archéologia : Quelle est la principale avancée de la courbe Intcal20 ?

Édouard Bard : Les archéologues et les préhistoriens sont toujours mécontents des dates carbone 14, car leur conversion en âge calendaire introduit souvent de grands intervalles d'incertitude. L'horloge radiocarbone fonctionne au ralenti. Parfois, il existe même ce qu'on appelle un plateau : pour une période chronologique donnée (par exemple, l'âge du Fer ancien) un même âge carbone 14 peut correspondre à tout un intervalle d'âges calendaires ! La courbe Intcal20 a permis de s'apercevoir qu'entre 40 000 et 50 000 ans, le phénomène inverse s'est produit : l'horloge s'est accélérée, le carbone 14 évoluant plus vite que l'âge calendaire... Ce qui a occasionné une dilatation du temps radiocarbone. Il y a environ deux fois plus d'années du radiocarbone que d'années du calendrier. La conséquence est que vers 50 000 ans, l'âge carbone 14 est plus proche de « l'âge vrai ». En outre, l'incertitude des âges calibrés est plus faible que celle des âges carbone 14 bruts, ce qui est plutôt une bonne nouvelle pour les préhistoriens ! Il se trouve que c'est durant cette période qu'*Homo sapiens* et Néandertal se sont côtoyés. Nous avons d'ailleurs récemment daté le site de Bacho Kiro en Bulgarie comme le plus ancien témoignage de la présence d'*Homo sapiens* sur le sol européen.

À quoi est due cette dilatation de l'échelle du radiocarbone ?

Elle s'explique par l'événement ou « excursion géomagnétique » de Laschamp : il s'agit d'un site proche de Clermont-Ferrand, dans le Puy-de-Dôme, où se trouvent des laves dans lesquelles les paléomagnéticiens l'ont iden-

Édouard Bard est membre de l'Académie des sciences et professeur au Collège de France, titulaire de la chaire « Évolution du climat et de l'océan ».

tifié. Lors de cet événement, le champ magnétique terrestre, qui repousse les rayons cosmiques, s'est effondré. Il y a eu une surproduction de carbone 14, ce qui fait que l'horloge isotopique semble avoir tourné beaucoup plus vite.

Existe-t-il d'autres événements susceptibles de perturber la calibration ?

Il y a par exemple les « événements de Miyake » découverts récemment dans les cernes de cèdres japonais, qui sont probablement dus à des éruptions solaires extraordinaires. Ces événements durent moins d'un an et engendrent une distorsion très faible du carbone 14 pendant quelques décennies, conduisant à des âges rajeunis d'à peine un siècle. On les a ensuite retrouvés en mesurant le carbone 14 dans de nombreux arbres répartis sur toute la planète, ainsi que dans les glaces polaires avec un isotope similaire au carbone 14, le béryllium 10. Pour le moment on connaît trois événements de Miyake : en 774-775 et 993 de notre ère, et en 660 avant notre ère. Mais il en existe certainement d'autres.

POUR EN SAVOIR PLUS

BARD E., 2020, « Extended dilation of the radiocarbon time scale between 40,000 and 48,000 y BP and the overlap between Neanderthals and *Homo sapiens* », *PNAS*, 117 (35), p. 21005-21007.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2012307117>

FEWCLASS H. *et al.*, 2020, « A ¹⁴C chronology for the Middle to Upper Palaeolithic transition at Bacho Kiro Cave, Bulgaria », *Nature Ecology & Evolution*, 4, p. 794-801.

<https://doi.org/10.1038/s41559-020-1136-3>

GRAVEN H. D., 2015, « Impact of fossil fuel emissions on atmospheric radiocarbon and various applications of radiocarbon over this century », *PNAS*, 112 (31), p. 9542-9545.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1504467112>

O'HARE P. *et al.*, 2019, « Multiradionuclide evidence for an extreme solar proton event around 2,610 B.P. (~660 BC) », *PNAS*, 116 (13), p. 5961-5966. <https://doi.org/10.1073/pnas.1815725116>

REIMER P. J. *et al.*, 2020, « The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 kcal BP) », *Radiocarbon*, p. 1-33. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>



DR

Y aura-t-il un jour une autre courbe de calibration ou a-t-on atteint les limites de la méthode ?

Les recherches continuent ! Nous prospectons à la recherche de nouveaux matériaux non archéologiques, comme les bois anciens. Après les pluies d'automne et d'hiver, nous nous rendons dans les torrents de la Moyenne Durance pour rechercher des troncs de pins subfossiles apparus avec le ruissellement. Pour le moment, l'échelle dendrochronologique est calée de façon absolue jusque vers 13 000 ans. Au-delà, nous avons des sections de chronologies « flottantes ». Notre ambition est de les rattacher et d'obtenir une continuité de datations dendrochronologiques précises et bien calées de 0 à 55 000 ans, afin de permettre une calibration optimale du carbone 14.

Concrètement, si je veux calibrer une date carbone 14, comment puis-je procéder ?

Il existe un logiciel en ligne qui permet de procéder une conversion :

<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>

Propos recueillis par Jacques Daniel