

## AU LABORATOIRE DE MESURE DU CARBONE 14, À SACLAY

# ARTEMIS<sup>1</sup> DATE LES VESTIGES DE LA GROTTTE CHAUVET

Ce spectromètre de masse par accélérateur permet de dater chaque année quelque 4 500 échantillons de moins d'un milligramme, en mesurant leur teneur en carbone 14.

### Carte d'identité

#### ARTEMIS

**Inauguré :** en avril 2004

**Matières datées :** os, bois, certaines poteries, coquillages, coraux, sédiments, sols, eaux.

**Performance :** analyse de 4 500 échantillons d'un milligramme par an, 24h sur 24.

**Bénéficiaire :** archéologues, préhistoriens, climatologues, océanographes, volcanologues.

**Partenaires :** CNRS, CEA, Institut de recherche et développement (IRD), Institut de radioprotection et sûreté nucléaire (IRSN), Ministère de la culture et de la communication, région Île-de-France.

Le suaire de Turin (13<sup>ème</sup>-14<sup>ème</sup> siècle), Ötzi, l'homme des glaces (mort il y a 5 000 ans), et les peintures rupestres<sup>2</sup> de la grotte Chauvet ont été datés grâce à la spectrométrie de masse par accélérateur. Ces dernières se sont avérées les plus anciennes du monde : 32 000 ans, ont déclaré les atomes radioactifs de carbone 14. Mieux encore, on en sait davantage sur la capacité artistique de nos ancêtres *Homo Sapiens* (Cro-Magnon). Jusque-là, les œuvres pariétales<sup>2</sup> les plus anciennes étaient celles des grottes Cosquer (Bouches-du-Rhône), Pech-Merle et Cougnac (Lot). Leurs peintures paléolithiques sont datées de 25 000 à 27 000 ans. On est loin de Lascaux, dont les peintures qui seraient vieilles de 18 000 ans ont longtemps fait référence en matière d'ancienneté.

### Chauvet, la grotte ornée la plus ancienne et la mieux datée

Découverte en 1994, la grotte Chauvet s'ouvre au pied d'une falaise dans les gorges de l'Ardèche. Ses vastes salles s'étendent sur cinq cents mètres et recèlent de nombreux charbons de bois issus de torches, de feux d'éclairage et de foyers destinés à la fabrication de pigments picturaux. Parmi les représentations pariétales, on trouve 425 figures animales de rhinocéros, lions, mammouths, chevaux, bisons.

« Depuis une dizaine d'années, une cinquantaine d'échantillons a été datée au laboratoire par la mesure du carbone 14, en spectrométrie de masse par accélérateur<sup>3</sup> », explique Hélène Valladas, chercheuse au LSCE<sup>4</sup>, à Gif-sur-Yvette. « Il s'agit de charbons prélevés sur cinq peintures, quatre mouchages de torches<sup>5</sup> et trente-six résidus de foyers. » Les échantillons de charbon étant très abondants dans cette cavité, le LSCE a aussi initié, en collaboration avec l'équipe scientifique de la grotte Chauvet dirigée par Jean-Michel Geneste, un programme international d'intercomparaison de datations au carbone 14. Dans ce cadre, des analyses ont été réalisées à Gröninge (Pays-Bas), Oxford, Poznan (Pologne), Kiel (Allemagne) et se poursuivent avec Artemis, à Saclay.

« La majorité des vestiges trouvés au sol (80%) et les peintures se placent entre 31 000 et 32 000 ans. Les vestiges restants datent de 27 000 ans. » Le site a connu deux vagues successives d'occupations humaines. Des chutes de pierres ont ensuite fermé son accès pour des millénaires. D'où son excellent état de conservation.





## Des mesures démultipliées

L'interprétation des mesures n'est pas exempte de difficultés. L'âge du charbon de bois qui a servi de pigments est-il bien celui de l'œuvre ? Une autre préoccupation réside dans la contamination possible de l'échantillon par des micro-organismes, les activités humaines ou animales. Plus fondamentalement, la proportion de carbone 14 par rapport au carbone le plus répandu, qui est la clé de voûte de la datation, a fluctué au cours du temps, en raison notamment des variations de l'activité solaire et du champ magnétique terrestre. Cette question de la « calibration » du carbone 14 fait toujours l'objet de recherches.

Jusqu'ici, la datation par le carbone 14 a été mise en œuvre seulement pour une vingtaine de grottes et abris ornés, sur les 350 qui sont recensés en Europe et en Asie. Une étude impliquant le LSCE, vise maintenant à recueillir et croiser des données relatives à onze sites<sup>6</sup> français et espagnols et dans ce cadre, les datations seront effectuées sur Artemis.

Frédéric Guérin

1 - Accélérateur pour la Recherche en sciences de la Terre, Environnement, Muséologie.

2 - Rupestre ou pariétal : peint, dessiné ou gravé sur les parois d'un rocher, d'une grotte.

3 - Avant la mise en service d'Artemis, les mesures étaient effectuées dans l'installation Tandétron, à Gif-sur-Yvette, aujourd'hui arrêtée.

4 - Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement : laboratoire mixte CEA, CNRS et Université de Versailles-Saint-Quentin.

5 - Résidu de charbon résultant du frottement d'une torche contre la paroi rocheuse.

6 - Font-de-Caume, Bernifal, Combarelles, Lascaux et Pataud en Dordogne, Fontanet en Ariège, Garenne en Indre, Margot en Mayenne, Laguenay en Corrèze, La Garma en Cantabrie et Tito Bustillo en Asturies (Espagne).

## COMMENT « MARCHÉ » ARTEMIS ?

L'échantillon est placé dans une source d'ions césium et il est soumis au bombardement de ces ions de manière à extraire le carbone de l'échantillon sous forme d'ions. Les ions carbone sont accélérés une première fois pour les sortir de la source et de nouveau dans l'accélérateur à proprement parler, grâce à une tension de plusieurs millions de volts. Ils sont ensuite triés par masses sous l'action d'un champ magnétique qui dévie leur trajectoire, comme dans tous les spectromètres de masse. Seuls les ions carbone 14 sont comptés par un détecteur. La sensibilité de la mesure du carbone 14 est ainsi multipliée par mille par rapport aux techniques plus classiques de mesure de la radioactivité.



1 Grotte Chauvet : dessin de mégacéros, une espèce aujourd'hui disparue, daté de 31 350 +/- 620 ans par mesure du carbone 14, au LSCE à Gif/Yvette (en 1996).

2 Vue d'ensemble d'Artemis, spectromètre de masse par accélérateur dédié à la mesure du carbone 14.

3 Découpe d'un fragment de charbon de bois de la grotte Chauvet en plusieurs parties destinées aux laboratoires participant au programme d'intercomparaison des datations carbone 14.

# Zoom

## // Dater par la mesure du carbone 14

La datation par le carbone 14 d'échantillons d'origine organique utilise la décroissance radioactive de ce noyau atomique comme chronomètre. Le carbone existe sous trois formes, de masses différentes : le carbone 12 majoritaire (98,89 %) et le carbone 13 (1,11 %) qui sont stables et le carbone 14 radioactif. Ce dernier est créé à partir de l'azote atmosphérique, à la suite de mécanismes induits par les rayonnements cosmiques, puis il se combine à l'oxygène pour former du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). À l'échelle planétaire, un équilibre s'établit : pour un

atome de carbone radioactif, on compte mille milliards d'atomes de carbone 12. On retrouve ce rapport au sein de tous les organismes vivants, tant qu'il se produit des échanges avec leur milieu, c'est-à-dire jusqu'à leur mort. Le nombre d'atomes de carbone 14 diminue ensuite de moitié tous les 5 730 ans. La mesure du rapport entre carbone 14 et carbone 12 permet de remonter à la date de la mort de l'organisme. La méthode s'applique à des âges inférieurs à 50 000 ans.