



**HAL**  
open science

## **Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet**

Hélène Valladas, Nadine Tisnerat-Laborde, Hélène Cachier, Evelyne Kaltnecker, Maurice Arnold, Christine Oberlin, Jacques Évin

► **To cite this version:**

Hélène Valladas, Nadine Tisnerat-Laborde, Hélène Cachier, Evelyne Kaltnecker, Maurice Arnold, et al.. Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet. Bulletin de la Société préhistorique française, 2005, 102 (1), pp.109-113. 10.3406/bspf.2005.13342 . hal-02504752

**HAL Id: hal-02504752**

**<https://hal.science/hal-02504752>**

Submitted on 2 Jun 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet

Hélène Valladas, Nadine Tisnérat-Laborde, Hélène Cacher, Évelyne Kaltnecker, Maurice Arnold, Christine Oberlin, Jacques Evin

### Abstract

After a brief presentation of the experimental protocols, this article discusses the results of the 14C dates obtained from charcoal specimens collected on the walls (drawings and torch-wipes) and on the ground of the Chauvet Cave. The dates, which are coherent, can be divided into two periods a few millennia apart: between 33000 and 29000 14C years BP (33 samples including the five parietal representations) and between 27000 and 24500 14 C years BP (13 samples including the four torch-wipes).

### Résumé

Après une rapide présentation des protocoles expérimentaux utilisés, cet article discute les résultats des datations carbone 14 effectuées sur des échantillons de charbons de bois prélevés sur les parois (dessins et mouchages de torches) ou le sol de la grotte Chauvet. Les dates, qui sont cohérentes, se placent dans deux périodes séparées par quelques millénaires : entre 33000 et 29000 ans 14C (33 échantillons, dont les cinq représentations pariétales) et entre 27000 et 24500 ans 14C (13 échantillons dont les quatre mouchages de torche).

---

### Citer ce document / Cite this document :

Valladas Hélène, Tisnérat-Laborde Nadine, Cacher Hélène, Kaltnecker Évelyne, Arnold Maurice, Oberlin Christine, Evin Jacques. Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet. In: Bulletin de la Société préhistorique française, tome 102, n°1, 2005. La grotte Chauvet à Vallon-Pont-d'Arc : un bilan des recherches pluridisciplinaires Actes de la séance de la Société préhistorique française, 11 et 12 octobre 2003, Lyon. pp. 109-113;

doi : <https://doi.org/10.3406/bspf.2005.13342>

[https://www.persee.fr/doc/bspf\\_0249-7638\\_2005\\_num\\_102\\_1\\_13342](https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_2005_num_102_1_13342)

---

Fichier pdf généré le 21/02/2020

Hélène VALLADAS,  
Nadine TISNÉRAT-LABORDE,  
Hélène CACHIER,  
Évelyne KALTNECKER,  
Maurice ARNOLD,  
Christine OBERLIN  
et Jacques ÉVIN

# *Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet*

## **Résumé**

*Après une rapide présentation des protocoles expérimentaux utilisés, cet article discute les résultats des datations carbone 14 effectuées sur des échantillons de charbons de bois prélevés sur les parois (dessins et mouchages de torches) ou le sol de la grotte Chauvet. Les dates, qui sont cohérentes, se placent dans deux périodes séparées par quelques millénaires : entre 33 000 et 29 000 ans <sup>14</sup>C (33 échantillons, dont les cinq représentations pariétales) et entre 27 000 et 24 500 ans <sup>14</sup>C (13 échantillons dont les quatre mouchages de torche).*

## **Abstract**

*After a brief presentation of the experimental protocols, this article discusses the results of the <sup>14</sup>C dates obtained from charcoal specimens collected on the walls (drawings and torch-wipes) and on the ground of the Chauvet Cave. The dates, which are coherent, can be divided into two periods a few millennia apart: between 33 000 and 29 000 <sup>14</sup>C years BP (33 samples including the five parietal representations) and between 27 000 and 24 500 <sup>14</sup>C years BP (13 samples including the four torch-wipes).*

Depuis 1995, une cinquantaine d'échantillons de charbon de bois de la grotte Chauvet a été datée par la méthode du carbone 14. Les fragments de charbon (*Pinus*) proviennent pour la plupart de la zone située en deçà de la salle des Bauges et se composent d'échantillons pariétaux prélevés sur six peintures (salles Hillaire et du Fond, galerie des Mégacéros) et quatre mouchages de torche (galeries du Cierge et des Croisillons, salle Hillaire) et de trente-six fragments récoltés sur le sol à proximité de foyers (tabl. 1, et voir plan *in* Geneste, ce volume). À l'exception de trois échantillons analysés par la technique classique au laboratoire de radiocarbone de Lyon, les autres échantillons (45) l'ont été par celle de la spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement sur le Tandétron (GDR Tandétron puis UMS 2004) et au Research Laboratory for Archaeology and the History of Art d'Oxford (pour un échantillon dont le traitement chimique a été réalisé à Lyon).

## **TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS**

### **Description**

Quelle que soit leur origine, les esquilles de charbon peuvent contenir, en plus de leur propre carbone, des composés carbonés exogènes d'âges différents qui fausseraient le résultat. Ces derniers sont principalement dus : 1) à la présence de carbonates secondaires ou issus de la paroi calcaire ; 2) à des acides organiques provenant de la dégradation de la végétation entraînés par les eaux souterraines ; 3) aux micro-organismes variés (bactéries, champignons...) présents dans la grotte. L'une des premières étapes de la datation consiste donc à éliminer ces contaminations en carbone étranger. Dans ce but, les échantillons de charbons de Chauvet ont été soumis au traitement utilisé classiquement pour ce type de vestiges ; il comporte une succession d'attaques acide et basique destinées à dissoudre d'abord les

Référence (échantillon)	Localisation des échantillons	Référence (mesure)	Âge +/- erreur (ans)
<b>Salle des Bauges</b> GC-00-37 GC-00-36	sol, proche panneau avec Mains Positives sol, à 35 cm à droite de la passerelle	GifA 102570 GifA 102569	26250 +/- 280 26360 +/- 290
<b>Galerie du Cierge</b> petit foyer GCA GC-00-29 mouchage torche (VPA-1) mouchage torche (VPA-1)	à gauche entrée de la galerie sous stalagmite Chau-stm2 sol, entrée de la galerie, à droite paroi à gauche paroi à gauche	GifA 99081 GifA 102572 GifA 102567 GifA 95129 GifA 95130	26230 +/- 280 26590 +/- 300 30980 +/- 410 26980 +/- 410 26980 +/- 420
<b>Salle Hillaire</b> GC-00-17 GC-00-28 GCB GBC n° 5 rhinocéros affronté, gauche rhinocéros affronté, droit rhinocéros affronté, droit aurochs courant mouchage torche (VPA-4)	sol, entrée de la salle effondrement, sous plancher stalagmitique effondrement effondrement (sous plancher) petit foyer, sous rennes (panneau des Chevaux) panneau des Chevaux panneau des Chevaux panneau des Chevaux panneau des Chevaux «» sur voile calcité recouvrant des dessins	GifA 101462 GifA 101458 GifA 102573 GifA 102574 Lyon-118 (OxA) GifA 95126 GifA 95132 GifA 95133 GifA 96065 GifA 95127	31180 +/- 400 33100 +/- 590 30020 +/- 350 31350 +/- 440 24770 +/- 780 30940 +/- 610 32410 +/- 720 30790 +/- 600 30230 +/- 530 26120 +/- 400
<b>Salle du Crâne</b> C1 C2 C3 GC-00-19	sur bloc de calcaire avec crâne d'ours sur bloc de calcaire avec crâne d'ours sur bloc de calcaire avec crâne d'ours sol, entre mammouths raclés 1 et 2	GifA 99809 GifA 99810 GifA 99811 GifA 101461	32360 +/- 490 31390 +/- 420 32600 +/- 490 32130 +/- 460
<b>Galerie des Croisillons</b> GC-00-20 GC-00-22 GC-00-30 mouchage torche (GC-00-23) G-00-24 tracé chinois (GC-00-25) GC-00-26	entrée de la galerie, près des empreintes 7-10 sol, sous dépôt calcité, près du lac sol, sous dépôt calcité, près du lac paroi près des empreintes 1 et 3 sol, sous GC-00-23 paroi gauche, entrée de la galerie sol, sous GC-00-25	GifA 102565 GifA 102566 GifA 102568 GifA 101453 GifA 101456 GifA 101454 GifA 101457	31060 +/- 400 30560 +/- 370 29180 +/- 340 26160 +/- 260 31560 +/- 490 27130 +/- 490 26100 +/- 330
<b>Galerie des Mégacéros</b> GC98-11S9-27-n° 1 GC98-11S9-27-n° 2 GC98-11S9-27-n° 3 GC-99-1 G-99-3 GC-99-4 GC-99-5 GC-99-8 GC-99-9 GC-99-10 GC-99-11 GC-99-15 GC-99-12 GC-00-32 GC-0038 n° 7 mégacéros	sol, entrée de la galerie sol, entrée de la galerie sol, entrée de la galerie zone charbonneuse 1 zone charbonneuse 2 zone charbonneuse 3 zone charbonneuse 4 zone charbonneuse 7 zone charbonneuse 8 zone charbonneuse 6 zone charbonneuse 10 étage supérieur, sous gros bloc zone charbonneuse de l'étage intermédiaire ZC2, argile grise avec sagaie base du sondage de B. Gély (05/01) sol, sous cheval à double crinière dessin, entrée de la galerie, paroi à droite	GifA 99237 GifA 99238 GifA 99239 GifA 99768 GifA 99769 GifA 99770 GifA 99771 GifA 99773 GifA 99774 GifA 99775 GifA 99776 GifA 99778 GifA 99777 GifA 101459 GifA 102571 Ly 6878 GifA 96063	25440 +/- 250 31430 +/- 420 29740 +/- 390 31910 +/- 390 31520 +/- 360 31860 +/- 380 32220 +/- 400 31020 +/- 350 32500 +/- 400 32080 +/- 430 32900 +/- 490 31020 +/- 370 26590 +/- 300 32850 +/- 540 30710 +/- 400 29000 +/- 400 31350 +/- 620
<b>Salle du Fond</b> n°8 grand bison	sol, à 3,5 m du panneau des Bisons sol peinture, au fond de la galerie	Ly 9381 Ly 6879 GifA 95128	24240 +/- 280 22800 +/- 400 30340 +/- 570

**Tabl. 1** – Datations carbone 14 obtenues sur les charbons de bois de la grotte Chauvet.

À l'exception des quatre échantillons datés au Centre de datation par le radiocarbone de Lyon (Ly ou Lyon(OxA)), les autres datations (GifA) ont été obtenues par la technique de la spectrométrie de masse par accélérateur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement. Elles ne sont pas calibrées et ne correspondent donc pas à des âges calendaires. L'incertitude sur la date  $^{14}\text{C}$  est donnée à 1 sigma (intervalle de confiance de 67 %). Les dates présentées sont celles obtenues sur les fractions carbonnées ayant subi le traitement chimique utilisé dans les laboratoires concernés.

carbonates, les acides humiques et enfin à éliminer les bactéries ou tout autre contaminant en carbone étranger. En pratique, ce traitement est adapté à chaque échantillon; il est beaucoup plus agressif pour les gros fragments de charbon compacts récoltés sur le sol que pour les pigments ou mouchages de torche, qui sont peu abondants (quelques dizaines de milligrammes) et beaucoup plus fragiles. Les "charbons purifiés" issus des pigments subissent ensuite un traitement thermique

sous courant d'oxygène pur à 320° C afin d'éliminer les composés organiques peu réfractaires, sans pour autant altérer notablement les charbons (Cachier, 1998). Enfin, tous les échantillons destinés aux mesures en SMA sont oxydés en gaz carbonique puis réduits en graphite à partir duquel sont préparées les cibles analysées (Arnold *et al.*, 1987). Dans le cas des pigments, la quantité de carbone obtenue après le traitement chimique et thermique varie, selon les échantillons, entre

0,4 et 1 mg : la perte de masse s'élève donc en moyenne à plus de 90 % de l'échantillon initial (Clottes *et al.*, 1995; Valladas *et al.*, 1999).

### Efficacité du prétraitement

La qualité du prétraitement des échantillons pariétaux est testée sur des échantillons d'âge connu ou en multipliant les datations sur des échantillons suffisamment abondants (Valladas *et al.*, 2001). Dans le cas de la grotte Chauvet, cette démarche a été réalisée sur la représentation du rhinocéros de droite (salle Hillaire) et un mouchage de torche de la salle du Cierge, dont les prélèvements étaient suffisamment abondants pour permettre deux datations indépendantes. Les résultats obtenus étaient statistiquement concordants, ce qui atteste la reproductibilité du protocole utilisé. D'autre part, afin de connaître le taux de contamination en carbone étranger des échantillons, il est parfois possible de dater, si la quantité de carbone est suffisante, la fraction "humique" issue du traitement basique, qui contient les contaminations organiques et une part souvent importante de l'échantillon de départ dissous lors de l'attaque basique (Batten *et al.*, 1986). Dans le cas des représentations du grand bison (salle du Fond), de l'aurochs (salle Hillaire) et du mouchage de torche (VPA-1; salle du Cierge), les âges obtenus sur cette fraction "humique" sont en accord avec ceux des charbons de bois "purifiés", ce qui suggère que les esquilles de charbon étaient peu ou pas contaminées, en raison du bon état de préservation de la grotte.

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

La majorité des dates obtenues se situent dans deux grandes périodes séparées par quelques millénaires :

- la plus ancienne, avec 33 échantillons, est datée de 33 000 à 29 000 ans <sup>14</sup>C Before Present (BP); elle comporte cinq des représentations picturales étudiées : les deux rhinocéros affrontés, l'aurochs courant du panneau des Chevaux, le cerf mégacéros (galerie des Mégacéros) et le grand bison de la salle du Fond. Pour la représentation du cheval (panneau des Chevaux), contrairement à ce qu'on attendait, la fraction charbonnée a donné un âge plus jeune (20 790 ± 340 ans <sup>14</sup>C BP; GifA 98157) que la fraction humique associée (29 670 ± 950 ans <sup>14</sup>C BP; GifA 98160); ce résultat, qui pourrait s'expliquer par la présence d'une contamination résiduelle en carbone récent dans le charbon analysé, non éliminée lors du traitement chimique, devra être vérifié dans l'avenir. C'est aussi à cette période ancienne que se rattache la majorité des échantillons (27 sur 36) récoltés sur le sol des salles Hillaire, du Crâne et dans les zones de foyers de la galerie des Mégacéros;
- quant à la seconde période d'occupation, attestée par treize échantillons seulement, elle se situe dans l'intervalle 27 000-24 500 ans <sup>14</sup>C BP, au cours du Gravettien. En plus de neuf échantillons récoltés dans ou à proximité des foyers (salles des Bauges, Hillaire et du Fond; galeries du Cierge, des Croisillons et des

Mégacéros), elle comprend les quatre mouchages de torche étudiés, notamment celui de la salle Hillaire (VPA-4) qui était tracé sur un voile de calcite déposé sur une des peintures du panneau des Chevaux. La datation de ce mouchage confirme donc l'ancienneté des représentations picturales sous-jacentes.

En plus de ces deux grandes périodes d'occupation de la cavité, on peut envisager l'existence d'une troisième phase, plus récente, représentée seulement par une date de 22 800 ± 400 ans <sup>14</sup>C BP obtenue sur un charbon de la salle du Fond, qui nécessite d'être confirmée.

### Fiabilité des datations et sources d'erreur

Les datations faites à Chauvet se caractérisent par leur cohérence qu'illustre le regroupement des résultats au sein des deux périodes. Ce fait s'explique, en partie, par l'état de conservation exceptionnelle des charbons de bois : la grotte a été obstruée à la fin du Pléistocène et, depuis sa redécouverte en 1994, toutes les précautions ont été prises pour éviter les pollutions : c'est donc un site particulièrement favorable à la datation. Néanmoins, l'ancienneté des peintures a parfois été remise en cause par certains archéologues qui proposent, en se fondant sur des données stylistiques, de les rattacher à la période magdalénienne (entre *ca* 17 000 et 11 000 ans <sup>14</sup>C BP) bien qu'aucun vestige daté de cette période n'ait été découvert à ce jour dans la grotte. En suivant ces auteurs, il faudrait donc admettre que les âges <sup>14</sup>C (31 000 ans en moyenne) associés à la période ancienne surestiment d'environ 16 000 ans l'âge réel des dessins. Or, pour obtenir un vieillissement apparent atteignant 16 000 ans, il faut qu'en dépit du traitement chimique les esquilles de charbon aient contenu une proportion de carbone fossile (provenant des carbonates de la paroi, par exemple) s'élevant à plus de 85 % en masse (Delibrias, 1985), ce qui est totalement irréaliste compte tenu de l'attaque acide utilisée lors de ce traitement. En résumé, il n'y a donc actuellement aucune donnée pertinente qui atteste une occupation humaine dans la grotte Chauvet postérieure à 23 000 ans. Au contraire, tous les résultats convergent en faveur d'occupations gravettiennes et aurignaciennes uniquement.

### LA QUESTION DE LA CALIBRATION DES ÂGES <sup>14</sup>C POUR LE DÉBUT DU PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR

Actuellement, les datations <sup>14</sup>C faites à Chauvet ne peuvent pas être calibrées en années calendaires car la nouvelle courbe de calibration officielle entérinée lors de la réunion internationale de Wellington en septembre 2003 (INTCAL04), qui précise INTCAL98 (Stuiver *et al.*, 1998), remonte jusqu'à 26 000 ans (calendaires) seulement (Bard, 2004a). Au-delà de cette date, les variations de la teneur en <sup>14</sup>C (*i. e.* du rapport isotopique <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C) de l'atmosphère au cours du temps, qui résultent notamment de celles de l'intensité du champ magnétique terrestre, sont encore mal connues et il n'est donc pas possible d'estimer l'écart

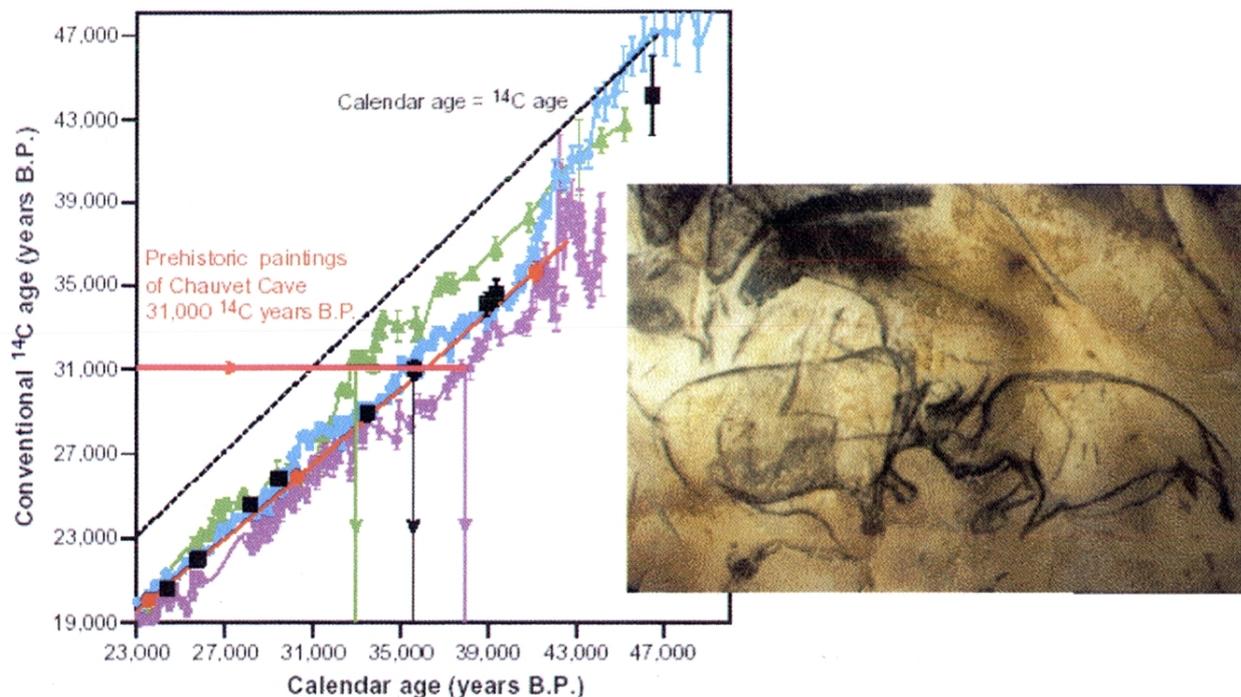


Fig. 1 – Données récentes sur la calibration des dates  $^{14}\text{C}$  (d'après Bard *et al.*, 2004a).

Les âges  $^{14}\text{C}$  sont portés en fonction des âges calendaires (en deçà de 24 000 ans cal. BP limite de INTCAL98, Stuiver *et al.*, 1998), déduits des enregistrements suivants. Données des Barbades, de Mururoa et de New Guinée (Bard *et al.*, 1998) = points rouges. Résultats des varves du lac Suigetsu (Kitagawa, van der Plicht, 2000) = triangles verts. Spéléothèmes des Bahamas (Beck *et al.*, 2001) = points violets. Données de la marge ibérique (Bard *et al.*, 2004b) = carrés noirs. Bassin de Cariaco (Hughen *et al.*, 2004) = points bleus.

entre âges  $^{14}\text{C}$  et âges "calendaires" (Fontugne, 2002). Cette situation s'explique par le désaccord actuel entre les différents types d'enregistrement disponibles pour cette période, dont les principaux sont les sédiments varvés du lac Suigetsu (Japon, Kitagawa et van der Plicht, 1998 ; van der Plicht *et al.*, à paraître), les coraux (Barbade, Mururoa et Nouvelle-Guinée, Bard *et al.*, 1998), les spéléothèmes des grottes des Bahamas (Beck *et al.*, 2001), ainsi que certains sédiments marins (carottes marines du bassin de Cariaco au Venezuela, Hughen *et al.*, 2004 ; et de la marge ibérique, Bard *et al.*, 2004b). À titre d'exemple, la figure 1 (Bard *et al.*, 2004a) illustre la dispersion des âges "calendaires" obtenus pour les représentations de rhinocéros de la grotte Chauvet (âge  $^{14}\text{C}$  de ca 31 000 ans), selon que l'on utilise l'une ou l'autre des courbes de calibration : d'après les données du lac Suigetsu, l'âge réel de cette représentation serait de 33 000 ans mais il atteindrait respectivement 36 000 et même 38 000 ans en considérant les données océaniques ou sur celles des spéléothèmes des Bahamas, soit un écart de 5 000 ans entre les résultats extrêmes. Les recherches en cours et à venir permettront de retracer les variations du  $^{14}\text{C}$  atmosphérique et de prolonger la courbe de calibration au-delà de 26 000 ans. Dans cette attente, il est donc conseillé d'être prudent dans l'interprétation des âges  $^{14}\text{C}$  obtenus pour le début du Paléolithique supérieur et la fin du Paléolithique moyen. Toute tentative d'interprétation est d'autant plus délicate que l'on ne sait pas encore si l'écart entre les âges  $^{14}\text{C}$  et les âges réels reste linéaire pendant cette période ou si la courbe de

calibration présente des plateaux ou même des inversions. En conséquence, il ne faut pas se fonder sur les âges  $^{14}\text{C}$  bruts pour estimer la durée des différentes périodes d'occupations de la grotte Chauvet ou pour discuter de façon détaillée la chronologie des cultures du début du Paléolithique supérieur ; il est nécessaire d'attendre que la courbe de calibration soit mieux établie pour y parvenir.

## CONCLUSION

Les datations carbone 14 réalisées pour la grotte Chauvet, qui sont cohérentes, montrent que cette cavité a fait l'objet d'au moins deux grandes périodes d'occupation, dont la première peut être rattachée à l'Aurignacien et la seconde, au Gravettien ; des vestiges attribuables à chacune de ces périodes sont d'ailleurs présents dans la plupart des salles étudiées en deçà de la galerie du Cierge dont les deux charbons datés à ce jour sont gravettiens : les mêmes secteurs de la grotte ont donc été fréquentés à quelques milliers d'années d'écart par les hommes préhistoriques, à cela près que les Gravettiens y ont laissé moins de vestiges, en raison peut-être de leurs passages moins nombreux. Toutes les peintures datées à ce jour, qui sont situées dans la seconde moitié de la grotte (salle Hillaire et salle du Fond), ont été attribuées à la période aurignacienne. Les études à venir s'attacheront à préciser les périodes d'occupation et de décoration de cette cavité et à établir, entre autre, si les tracés pariétaux ont tous été réalisés pendant l'Aurignacien. ■

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNOLD M., BARD É., MAURICE P., DUPLESSY J.-C. (1987) –  $^{14}\text{C}$  dating with the Gif-sur-Yvette Tandem accelerator: status report, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B29, p. 120-123.
- BARD É., ARNOLD M., HAMELIN B., TISNÉRAT-LABORDE N., CABIOCH G. (1998) – Radiocarbon calibration by means of mass spectrometric  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  and  $^{14}\text{C}$  ages of corals: an updated database including samples from Barbados, Mururoa and Tahiti, *Radiocarbon*, 40, n° 3, p. 1085-1092.
- BARD É., ROSTEK F., MÉNOT-COMBES G. (2004a) – A better radiocarbon clock, *Sciences*, 303, p. 178-179.
- BARD É., ROSTEK F., MÉNOT-COMBES G. (2004b) – Radiocarbon dating beyond 20,000  $^{14}\text{C}$  yr BP by means of planktonic foraminifera of the Iberian Margin, *Quaternary Research*, 61, p. 204-214.
- BECK W., RICHARDS D., EDWARDS L., SILVERMAN B., SMART P., DONAHUE D., HERERRA-OSTERHELD S., BURR G., CALSOYAS L., JULL T., BIDDULPH D. (2001) – Extremely large variations of atmospheric  $^{14}\text{C}$  concentration during the last glacial period, *Science*, 292, p. 2453-2458.
- BATTEN R.J., GILLESPIE R., GOWLETT J.A.J., HEDGES R.E.M. (1986) – The AMS dating of separate fractions in Archaeology, *Radiocarbon*, 28, 2A, p. 698-701.
- CACHIER H. (1998) – Carboneous combustion aerosols, in R.M. Harrison et R. van Grieken dir., *Atmospheric particles*, p. 296-348.
- CLOTTES J., CHAUVET J.-M., BRUNEL-DESCHAMPS É., HILLAIRE C., DAUGAS J.-P., ARNOLD M., CACHIER H., ÉVIN J., FORTIN P., OBERLIN C., TISNÉRAT N., VALLADAS H. (1995) – Les peintures paléolithiques de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc, à Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche, France) : datations directes et indirectes par la méthode du radiocarbone, *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 320, IIa, p. 1133-1140.
- DELIBRIAS G. (1985) – Le carbone 14, in E. Roth et B. Poty dir., *Méthodes de datation par les phénomènes nucléaires naturels : application*, collection CEA, Masson, p. 421-458.
- FONTUGNE M. (2002) – La dérive des âges carbone 14?, *La géologie de la Préhistoire*, éd. Géopré, p. 1199-2007.
- HUGHEN K.A., LEHMAN S., SOUTHON J., OVERPECK J., MARCHL O., HERRING C., TURNBULL J. (2004) –  $^{14}\text{C}$  activity and global carbon cycle changes over the past 50,000 years, *Science*, 303, p. 202-207.
- KITAGAWA H., VAN DER PLICHT J. (2000) – Atmospheric radiocarbon calibration beyond 11,900 cal BP from Lake Suigetsu laminated sediments, *Radiocarbon*, 42, n° 3, p. 369-380.
- STUIVER M., REIMER P.J., BARD É., BECK J.W., BURR G.S., KONRAD H.A., KROMER B., McCORMAC G., VAN DER PLICHT J., SPURK M. (1998) – Intcal 98 radiocarbon age calibration, 24,000 – 0 cal BP, *Radiocarbon*, 40, n° 3, p. 1041-1083.
- VALLADAS H., TISNÉRAT-LABORDE N., CACHIER H., ARNOLD M. (1999) – Datation directe des peintures préhistoriques par la méthode du carbone 14 en spectrométrie de masse par accélérateur, supplément 1999 de la *Revue d'Archéométrie*, p. 39-44.
- VALLADAS H., TISNÉRAT-LABORDE N., CACHIER H., ARNOLD M., BERNALDO DE QUIROS F., CABRERA-VALDES V., CLOTTES J., COURTIN J., FORTEA-PEREZ J., GONZALES-SAINZ C., MOURE-ROMANILLO A. (2001) – Radiocarbon AMS dates for Paleolithic cave paintings, *Radiocarbon*, 43, 2B, p. 977-986.
- VAN DER PLICHT J., BECK W., BARD É., BAILLIE M., BUCK C., DAMON P., GUILDERTSON T., HUGHEN K., KROMER G., McCORMAC F., RAMSEY C., REIMER P., REIMER R., REMMELE S., SOUTHON J., STUIVER M., WEYHENMEYER C., BLACKWELL P. (à paraître) – Compare04 – Comparison/Calibration  $^{14}\text{C}$  records 26-50 ka, *18<sup>th</sup> International radiocarbon Conference*, Wellington, New Zeland, 1-5 septembre 2003.

Hélène VALLADAS  
Nadine TISNÉRAT-LABORDE  
Hélène CACHIER  
Évelyne KALTNECKER  
Laboratoire des sciences du climat  
et de l'environnement, Unité mixte CEA-CNRS  
Avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette cedex

Maurice ARNOLD  
UMS 2004 (CNRS-CEA)  
Tandétron Bat. 30, 91198 Gif-sur-Yvette

Christine OBERLIN  
Jacques ÉVIN  
Centre de datation par le radiocarbone  
UMR 5138 CNRS  
Université Claude Bernard Lyon 1  
43 boulevard du 11 Novembre  
69622 Villeurbanne cedex