

Programme
ANR
MADAPCA

Chapitre 2 : CONTEXTUALISER

2a - Contextualiser dans le site

La grotte de Villars (Dordogne, France) : données chronologiques de l'occupation humaine et contexte environnemental

Dominique GENTY⁽¹⁾, Hélène VALLADAS⁽²⁾, Lucile BECK^(3, 4),
Florian TÉREYGEOL⁽⁵⁾, Brigitte DELLUC⁽⁶⁾, Gilles DELLUC⁽⁶⁾,
Edouard RÉGNIER⁽¹⁾, Thierry BARITAUD⁽⁷⁾, John HELLSTROM⁽⁸⁾,
Dominique BLAMART⁽²⁾, Caroline GAUTHIER⁽²⁾, Évelyne KALTNECKER⁽²⁾,
Christophe MOREAU⁽⁹⁾, Jean-Pascal DUMOULIN⁽⁹⁾

Résumé : La grotte de Villars (Dordogne, France), découverte en 1953 par le Spéléo-Club de Périgueux, est connue pour ses nombreuses concrétions et ses peintures préhistoriques qui comptent, entre autres, une des rares représentations humaines de l'art préhistorique. Or, depuis sa découverte, une seule datation ¹⁴C a été effectuée et, bien que reliée au Magdalénien ancien par une étude archéologique exhaustive, peu d'information concernant la chronologie de fréquentation de la grotte existait jusqu'à présent. C'est dans le cadre du programme ANR MADAPCA qu'un ensemble de datations concernant la grotte de Villars a pu être réalisé sur divers matériaux : ossements « frais » trouvés à la suite de la découverte de la grotte, ossements brûlés trouvés dans une zone appelée « Foyer » et ponctuations pariétales (mouchages de torche), déjà relevés par les archéologues ou découvertes ces dernières années. Les treize datations ¹⁴C, une fois calibrées, se placent entre 23,2 ka cal. BP et 17,1 ka cal. BP. Les mouchages de torche sont scindés en deux groupes : 22,1 – 20,4 ka cal. BP pour ceux situés dans les zones du Balcon et de la Chatière et 18 – 17,1 ka cal. BP pour ceux de la zone du Carrefour. Les os « frais » donnent des âges compris entre 23,2 et 21,5 ka cal. BP et les os brûlés entre 20,2 et 18,9 ka cal. BP. Même si l'on observe des différences d'âge, à la fois entre le matériel osseux et les ponctuations, et entre les ponctuations elles-mêmes, ces résultats confirment, dans les grandes lignes, les premières estimations données par les archéologues à partir du style des peintures.

Mots-clés : Villars, datation radiocarbone, art pariétal, Magdalénien ancien, mouchages de torche.

(1) LSCE, UMR CEA/CNRS/UVSQ 8212, L'Orme des Merisiers CEA Saclay, FR-91191 Gif-sur-Yvette cedex - dominique.genty@lsce.ipsl.fr

(2) Laboratoire des Sciences du climat et de l'environnement – LSCE/UVSQ-CEA/CNRS/IPSIL, Avenue de la Terrasse, FR-91198 Gif-sur-Yvette cedex

(3) C2RMF, UMR 171 CNRS, centre de recherche et de restauration des musées de France, Palais du Louvre, Porte des Lions, 14 quai François Mitterrand, FR- 75001

(4) CEA DEN, service de Recherches de métallurgie physique, laboratoire Jannus, FR-91191 Gif-sur-Yvette

(5) LAPA SIS2M, UMR 3299, CEA-Saclay, FR-91191 Gif-sur-Yvette

(6) Muséum National d'Histoire Naturelle, département de Préhistoire, UMR 7194, 1 rue René Panhard, FR-75013 Paris

(7) STAP de la Dordogne, 2 rue de la Cité, CS 31202, FR-24019 Périgueux cedex

(8) School of Earth Sciences, The University of Melbourne, VIC 3010, Australia

(9) Laboratoire de Mesure du Carbone 14, UMS 2572, Bât. 450, porte 4, CEA Saclay, FR-91191 Gif-sur-Yvette cedex

Abstract: Chronological data of human activity in the Villars Cave (Dordogne, France) and environmental context. The Villars Cave (Dordogne, France), discovered in 1953 by the Speleo-Club of Périgueux, is well known for its numerous concretions and its prehistoric paintings that include, among others, one rare human representation. But, since its discovery, only one ^{14}C dating has been made, and, despite that it was linked to the Ancient Magdalenian period by an archaeological exhaustive study, there was, until now, very few information about the chronology of human activity in the cave. Recently, several radiocarbon dating have been done on different kinds of materials in the frame of an ANR research programme (MADAPCA): “fresh” bones found after the discovery, burned bones found in an area called “Foyer”, and parietal back spots likely torch traces. The thirteen radiocarbon ages, after calibration, are between 23.2 ka cal. BP and 17.1 ka cal. BP. Torch spots ages are split in two sets: 22.1 – 20.4 ka cal. BP for those from the Balcon and Chatière areas, and, 18 – 17.1 ka cal. BP for those from the Carrefour zone. « Fresh » Bones ages are between 23.2 and 21.5 ka cal. BP and burned ones between 20.2 et 18.9 ka cal. BP. Even if we observe differences between bones and torch spots ages and between the different torch spots, these results confirm broadly the first age estimation that was made by archaeologist thanks to the painting style.

Key-words: Villars, Radiocarbon dating, Parietal art, Ancient Magdalenian, Torch spots.

Introduction

La grotte de Villars est une des rares cavités ayant fait l'objet à la fois d'une étude exhaustive des œuvres et traces pariétales (Delluc et Delluc 1974) et d'un suivi environnemental à des fins de reconstitutions paléoclimatiques (Genty *et al.* 2003, 2006, 2010). Cette double approche a pu être complétée récemment dans le cadre de l'ANR MADAPCA par de nouvelles datations radiométriques effectuées sur les témoins directs et indirects de l'occupation humaine. Ceux-ci sont essentiellement constitués par les tracés pariétaux et les mouchages de charbon ainsi que les rares objets apportés dans la grotte (bois de renne, os). Plusieurs stalagmites cassées et possédant des repousses ont aussi été considérées comme témoins potentiels de l'activité humaine. Enfin, le plancher stalagmitique recouvrant le seul niveau archéologique accessible (zone du « Foyer ») constitue aussi un jalon chronologique.

Pour la grotte de Villars, l'objectif principal de MADAPCA a été de dater les indices anthropiques ou géologiques, car, hormis une analyse ^{14}C effectuée en 1995 sur un fragment d'os carbonisé (D.G., 16480 $\pm$ 210 ans cal BP) aucune autre datation n'avait été effectuée sur les vestiges de cette grotte. C'est après une approche concertée et rigoureuse que de nouvelles datations ont été programmées pour préciser le cadre chronologique de l'activité humaine dans la grotte : 1) repérage par fluorescence X (L.B., F.T.) des tracés noirs non manganifères et donc attribuables à du charbon de bois, sur la base des relevés anciens et nouveaux (B. et G. D., D.G.) ; 2) choix des échantillons à prélever sur paroi et des vestiges osseux à dater ; 3) datations ^{14}C par AMS sur Artémis (H.V., E.K). Quant aux repousses de stalagmites, elles ont été carottées puis datées par uranium-thorium (MC-ICPMS) et ^{14}C de même que le plancher recouvrant la zone du foyer.

Parallèlement, l'étude isotopique de stalagmites issues du réseau « sauvage » de la grotte de Villars a permis de proposer une reconstitution à haute résolution du climat des derniers 90 000 ans et ainsi de replacer l'occupation humaine dans un contexte paléoclimatique précis.

1 - La grotte de Villars

La grotte de Villars, située au nord du département de la Dordogne, à moins de trois kilomètres du socle cristallin du Limousin (45.44°N, 0.78°E, 175 m), se développe dans les calcaires essentiellement oolithiques du Jurassique moyen (Bajocien, Bathonien). Le réseau de galeries intriquées sur une longueur d'environ 10 km est conditionné par la tectonique régionale (SE-NO). On ne connaît pas l'âge exact de la formation de la grotte de Villars, cependant, parce que la zone est émergée depuis le Crétacé, il est probable que la karstification du massif ait commencé dès le Tertiaire et le début du Quaternaire (Fénelon 1951).

C'est à la fin d'une froide journée de décembre 1953 que les membres du Spéléo-Club de Périgueux en cours d'exploration du massif du Cluzeau, ont découvert la grotte de Villars, l'un des plus grands réseaux d'Aquitaine. En 1956, la découverte de griffades d'ours a incité les spéléologues à la recherche d'autres traces, en particulier celles liées à l'activité humaine. Ainsi, en 1957, les premiers traits noirs énigmatiques recouverts de calcite sont repérés. Quelques mois plus tard, c'est le dessin d'un animal (aurochs ?) qui est découvert dans la salle des Cierges. Enfin, après l'ouverture d'un passage dans une coulée stalagmitique, les spéléologues découvrent la salle des Peintures avec la « Rotonde des chevaux » et son cheval « bleu » (aspect que prend l'oxyde de manganèse recouvert d'une fine couche de calcite) et, au fond de la grotte, la fameuse scène « homme-bison » (Glory and Pierret 1960), rappelant celle du fond du Puits de Lascaux. Villars devient alors un site majeur de l'art paléolithique et les plus grands spécialistes se succèdent pour authentifier ces découvertes dont l'âge est alors attribué, d'après le style, au Magdalénien ancien (Delluc et Delluc 1974 ; Glory et Pierret 1960).

2 - Choix des échantillons

2.1 - Échantillons pour analyses ^{14}C

Objets et matériaux recueillis - Un premier choix d'échantillons à dater a été fait en concertation avec les archéologues B. et G. Delluc à partir d'un ensemble

d'objets collectés par leurs soins depuis la découverte de la grotte. Ainsi, trois esquilles osseuses ont été choisies après analyses au CHN des teneurs en azote et carbone pour apprécier l'état de conservation du collagène auxquels se sont ajoutés trois fragments d'os brûlés provenant de la zone dite du « Foyer », au pied de la scène « homme-bison ».

En octobre 2008, au cours d'une mission exploratoire, deux fragments millimétriques de charbon de bois, mis au jour lors de ruissellements récents sur la paroi, ont été recueillis à proximité de l'entrée actuelle, à l'aplomb de la diaclase de la découverte. Ceux-ci, très probablement tombés de la surface extérieure, ont aussi été datés par radiocarbone.

Tracés pariétaux noirs – En dehors des figures bien identifiées telles que les chevaux, bisons, bouquetin, humain, il existe dans la grotte de Villars une grande variété de tracés noirs dont un inventaire, fait dans les années 1970 par B. et G. Delluc (Delluc et Delluc 1974), a été complété ces dernières années dans le cadre du programme MADAPCA et au cours des explorations régulières liées à l'étude paléoclimatique de la grotte (DG). L'origine de ces tracés n'est pas toujours évidente : s'agit-il de traits faits avec des oxydes de manganèse comme les figures ? S'agit-il de traces charbonneuses de torches paléolithiques ou plus récentes ? Même s'ils ne sont que de quelques mm², les prélèvements sur paroi sont parfois visibles et il est indispensable de s'assurer de leur intérêt avant tout prélèvement. Dans ce but, nous avons d'abord utilisé un appareil de fluorescence X portable (de la taille d'un sèche-cheveux) qui permet de déterminer sans contact avec la paroi et de façon non destructrice les principaux constituants du matériau visé et de distinguer les traits ou ponctuations faits avec des oxydes de manganèse (donc non datables par radiocarbone) de ceux faits avec du charbon. La distance d'environ 1 cm entre l'appareil et la paroi autorise une analyse des éléments majeurs affleurant sur la paroi (pour plus de détails, voir Beck *et al.* 2014, ce volume). Deux difficultés compliquent en réalité cette analyse : la première est le manganèse contenu dans l'argile parfois présente à la surface de la paroi ; la seconde vient de la calcite qui recouvre par endroit les tracés. La première difficulté a été contournée en définissant un critère combinant les teneurs en fer et en manganèse. La seconde nous a obligé à exclure les tracés recouverts par une couche de calcite trop épaisse (> 0.5-1 mm environ). Néanmoins, les 22 analyses effectuées avec l'appareil de fluorescence X ont permis de définir un ensemble de dix zones faites très probablement avec du charbon (fig. 1). Cinq d'entre elles ont été sélectionnées pour datation ¹⁴C : deux ponctuations réparties sur deux ensembles de plusieurs points situés dans le « Recoin du Balcon » (une ancienne repérée par B. et G. Delluc, une autre, signalée par la guide Anne Quiniou à D. Genty), deux autres ponctuations au niveau du Carrefour, inventoriées par B. et G. Delluc (une en forme de triangle d'aspect bleuté, l'autre juste en face présentant un ensemble de points) et enfin une « moucheture » cachée près de la chatière donnant accès à la salle des Peintures (signalée par D. Genty).

2.2 - Spéléothèmes

Dans le cadre du programme MADAPCA, la datation des spéléothèmes avait trois objectifs principaux : 1) donner un âge minimal à l'éboulis visible dans la salle des Peintures proche de l'extérieur, qui fait partie d'une formation de blocs chaotiques occupant une grande partie de la galerie entre la salle des Peintures et la salle du Chaos ; 2) connaître l'âge des cassures observées sur des stalagmites de la salle du Chaos et de la salle du Sas ; 3) donner un âge minimal à la structure du « Foyer » de la salle des Peintures et recouverte d'une fine couche de calcite par endroit.

Quatre sites ont été retenus : 1) la base d'une colonne stalagmitique scellant l'éboulis dans la salle du Sas ; 2) la bordure du fin plancher stalagmitique recouvrant la zone du « Foyer » ; 3) une repousse de calcite sur une stalagmite couchée dans la salle du Sas ; 4) une repousse de calcite sur une stalagmite cassée dans la salle des Peintures.

Les repousses de calcite ont été échantillonnées à l'aide d'un carottier diamanté électrique (2.5 cm de diamètre) permettant d'extraire à la fois la partie antérieure à la cassure ainsi que la repousse sans détruire totalement la concrétion.

3 - Méthodes analytiques

3.1 - Analyse radiocarbone sur charbons

Avant leur datation, les charbons issus des prélèvements pariétaux et ceux trouvés au sol ont subi une succession de traitements acide, basique et acide (à 90° C pendant 60 minutes dans le cas des échantillons les plus gros et à une température plus basse pour les autres) afin d'extraire les contaminations en carbone étranger (carbonates) et les acides humiques. Le charbon purifié a alors été placé dans un tube en quartz avec de l'oxyde de cuivre et un fil d'argent qui a été scellé sous vide et chauffé à 835° C pendant cinq heures. Le CO₂ obtenu a ensuite été réduit en graphite sur du fer et pressé dans une capsule d'aluminium pour la mesure dans l'accélérateur (ARTEMIS ; UMS 2572, Saclay) et le comptage des ions C (¹²C, ¹³C, ¹⁴C).

3.2 - Analyse radiocarbone sur os

Dans le cas des trois esquilles osseuses (n° 19, 1-3), les teneurs en azote et carbone ont d'abord été mesurées sur un analyseur CHN pour s'assurer que l'état de conservation du collagène était satisfaisant et autorisait leur datation. Les teneurs en azote obtenues étaient supérieures à 0,7 %, attestant la préservation d'une fraction du collagène (la teneur en azote moyenne d'ossements actuels s'élève à 4,4 ± 0,5 %) et la possibilité de dater ces trois échantillons.

Des fragments de ces échantillons pesant de 1,5 à 2 grammes ont subi le traitement décrit par Tisnéat-Laborde *et al.* (2003) pour transformer une fraction du carbone des acides aminés en gaz carbonique. Les esquilles osseuses ont d'abord été réduites en poudre puis attaquées par de l'acide chlorhydrique (HCl, 0,5N) pour

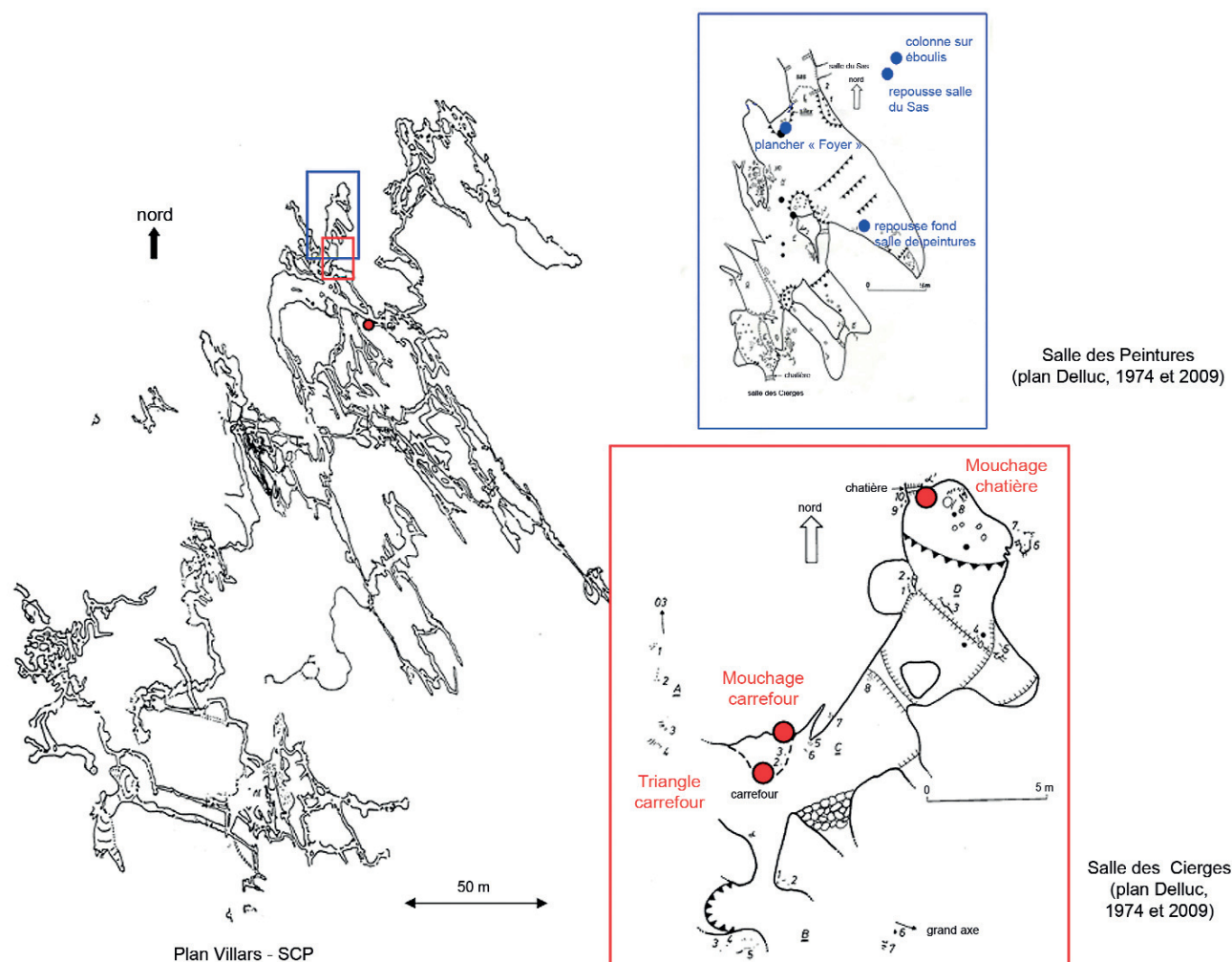


Figure 1 - Plans de la grotte de Villars et position des échantillons : datations ^{14}C sur tracés pariétaux (points rouges), échantillons de spéléothèmes (points bleus). Les plans viennent du Spéléo-Club du Périgord et de B. et G. Delluc in Paillet et al. 2009.

Figure1 - Map of Villars cave and position of samples: ^{14}C dates on parietal traces (red dots), samples of speleothems (blue dots). Map after Spéléo-Club du Périgord and B. and G. Delluc in Paillet et al. 2009.

éliminer les carbonates. Les résidus collagéniques ont alors été hydrolysés par HCL, 6N pendant 12 heures à 95° C. Après sa filtration, l'hydrolisate constitué d'acides aminés libres a été transféré dans une ampoule à réaction portée à sec après des rinçages successifs à l'eau distillée puis l'ampoule a été transférée sur la ligne à vide. La réaction avec la ninhydrine a alors permis d'obtenir le gaz carbonique issu du radical carboxyle des acides aminés. Comme pour les charbons, le CO_2 obtenue a ensuite été réduit en graphite sur du fer et pressé dans une capsule d'aluminium pour la mesure dans ARTEMIS.

3.3 - Analyse radiocarbone sur calcite

Même si théoriquement l'analyse ^{14}C sur calcite n'est pas la meilleure méthode de datation comparée à celle des déséquilibres dans la famille de l'uranium (U-Th), elle a

l'avantage d'utiliser moins de matière (environ 10 mg) et de permettre de s'affranchir de la correction détritique souvent appliquée en U-Th et génératrice d'incertitudes importantes. La difficulté, avec la datation ^{14}C dans ce cas, est d'évaluer correctement la proportion de carbone mort à l'origine d'une surestimation des âges. À Villars, une correction des âges ^{14}C est possible (voir détails dans Genty et Massault 1997, 1999). La procédure utilisée est la suivante : environ 10 mg de calcite, attaqués par de l'acide orthophosphorique déshydraté à 60° C produisent du CO_2 qui, comme dans le cas des charbons, est réduit en graphite lequel est pressé dans une cible introduite dans l'accélérateur.

L'activité ^{14}C obtenue après normalisation pour un $\delta^{13}\text{C}$ de - 25 ‰, dite conventionnelle, doit alors être corrigée du carbone mort issu de la dissolution de la roche encaissante

puis calibré afin d'obtenir un âge comparable à l'âge uranium-thorium (Genty *et al.* 2011).

3.4 - Analyse uranium-thorium (U-Th)

Les analyses U-Th sur la calcite ont été faites sur un spectromètre de masse de type MC-ICP-MS (multicollector inductively coupled plasma mass spectrometry, Nu-Instruments) à l'université de Melbourne, Australie. Le protocole expérimental consiste à prélever 20 à 100 mg de calcite et à en extraire l'uranium et le thorium en utilisant des acides et une résine adaptés (Hellstrom 2003). Les rapports isotopiques de l'uranium et du thorium servent de base au calcul de l'âge et, selon le degré de contamination (visible sur le rapport $^{232}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ et issue d'un apport de ^{230}Th externe, non lié à la désintégration radiogénique) une correction « détritique » est ou non appliquée. L'incertitude finale est largement conditionnée par cette éventuelle correction.

4 - Résultats

Les 14 nouvelles datations ^{14}C obtenues sur les charbons et os de Villars en font maintenant un site bien daté (tabl. 1).

Afin de pouvoir comparer les âges ^{14}C avec ceux de l'U-Th, et de situer ces résultats au sein des reconstructions paléoenvironnementales, nous exprimons ici les résultats ^{14}C en âges calibrés BP avec une incertitude à 2 sigma (Reimer *et al.* 2009).

4.1 - Résultats ^{14}C sur les fragments de charbon de la zone d'entrée

Les deux fragments de charbon tombés sur le sol de la zone d'entrée donnent deux âges compatibles compris entre 959 et 743 ans cal. BP (tabl. 1). Ceux-ci ne sont donc pas préhistoriques, on peut noter qu'ils coïncident avec une période où les défrichements étaient nombreux. Une déforestation, avec feux, pourrait en être responsable, en particulier en lien avec l'abbaye de Boschaud située à 5 km de la grotte de Villars, où même localement puisque le lieu-dit « Le Cluzeau » témoigne d'une occupation humaine possiblement médiévale.

4.2 - Résultats ^{14}C sur les tracés pariétaux charbonneux

Les résultats obtenus sur les tracés pariétaux sont sans conteste les plus remarquables obtenus dans le cadre de ce projet pour ce site. En effet, jusqu'à présent et en dehors de l'estimation de l'âge fondée sur le style des peintures, une seule datation avait été effectuée sur un fragment d'os brûlé (19 – 20,5 ka cal. BP ; DG non publié). Or, tous les prélèvements effectués sur paroi, suite à la reconnaissance par fluorescence X, donnent des âges paléolithiques, dans l'ensemble cohérents avec cette première date et avec l'estimation stylistique. Ainsi, les deux zones de « mouchage » du « Recoin du Balcon » sont datées respectivement de 20,4 – 21,25 ka cal. BP et 21,36 – 22,11 ka cal. BP et se placent donc dans l'intervalle 20,4 et 22,1 ka cal. BP (fig. 2). L'âge du mouchage récemment découvert au niveau de la chatière est similaire au premier des deux mouchages du Balcon : 20,5 – 21,43 ka cal. BP. Ces résultats permettent d'affirmer que les hommes préhistoriques sont allés au moins jusqu'à la zone du Balcon, éloignée de la zone du Carrefour d'environ 30 m. Les deux résultats obtenus au Carrefour sont, quant à eux, significativement plus jeunes : 17,1 – 17,84 ka cal BP pour l'échantillon pris sous le triangle noir et 17,27 – 18,05 ka cal. BP pour l'échantillon prélevé à 2 m en face (tabl. 1, fig. 1). Ces deux âges sont cohérents et suggèrent une fréquentation de la grotte postérieure de plus de 3000 ans à la précédente. Cette zone, située sur le parcours touristique, moins protégée que les autres sites échantillonnés aurait-elle pu être contaminée par du carbone jeune ? C'est une hypothèse à envisager car l'un des échantillons était à fleur de sol, à peine protégé par la calcite, et l'autre recouvert d'une calcite irrégulière ; seules d'autres analyses pourraient confirmer ou non cette différence d'âge.

4.3 - Résultats ^{14}C sur les os « frais » et brûlés

Dans l'ensemble, les âges des os « frais » sont contemporains ou légèrement plus anciens que ceux obtenus sur les charbons en paroi (Recoin du Balcon, GifA10313, tabl. 1). C'est d'ailleurs un os qui fournit l'âge le plus ancien à Villars (Os n° 3, 22,06 – 23,23 ka cal. BP).

Référence datation	Référence archéologique	Nature	mg C	Âge radiocarbone BP (1 sigma)	Âge calibré BP (2 sigma)
GifA90216 / SacA14201	Zone entrée (LB784)	Charbons	0,48	985 ± 30	796 - 959
GifA11013 / SacA23428	Vitrine n° 14	Os brûlé	1,11	16 100 ± 80	18 930 - 19 430
GifA09508 / SacA18206	Vitrine n° 14	Os brûlé	0,27	16 730 ± 80	19 570 - 20 190
M. Massault / D. Genty 1995	« Foyer » (DG 1995)	Os brûlé		16 480 ± 210	19 000 - 20 250
GifA09392 / SacA15481	« Foyer » n° 2 (DG 1995)	Os brûlé	0,70	11 970 ± 60	
GifA10177 / SacA19773	N° 1	Os	1,37	18 420 ± 130	21 530 - 22 331
GifA10118 / SacA19774	N° 3	Os	1,36	18 470 ± 130	21 550 - 22 370
GifA10053 / SacA19021	N° 4	Os	1,16	18 790 ± 140	22 060 - 23 230
GifA09393 / SacA15482	« Chapelle du Balcon » (DG 2007)	Ponctuation pariétale	0,50	17 460 ± 90	20 400 - 21 250
GifA10313 / SacA23086	« Chapelle du Balcon » (DG 2007)	Ponctuation pariétale	0,53	18 150 ± 110	21 360 - 22 110
GifA10314 / SacA23087	Carrefour, sous le triangle noir (BGD C4)	Ponctuation pariétale	0,17	14 350 ± 90	17 104 - 17 840
GifA10315 / SacA23088	Carrefour, face au triangle noir (BGD C5)	Ponctuation pariétale	0,36	14 610 ± 90	17 270 - 18 050
GifA10316 / SacA23089	Chatière (DG 2010) (BGD D7)	Ponctuation pariétale	0,41	17 680 ± 100	20 540 - 21 430

Tableau 1 – Résultats des datations sur charbons et os.

Table 1 - Results of carbon and bone datings.

Les os brûlés issus de la zone du « Foyer » sont dans l'ensemble un peu plus jeunes (18,93-20,25 ka cal. BP). Parmi eux, l'échantillon GifA 09392 donne un âge nettement plus jeune éventuellement lié à une contamination récente de ces échantillons (tabl.1). Là aussi, seules d'autres datations permettraient de connaître la signification réelle de ces résultats.

4.4 - Résultats sur la datation des spéléothèmes (^{14}C et U-Th)

Le principal résultat apporté par la datation des spéléothèmes est sans doute l'information sur l'âge minimal de l'éboulis qui occupe la salle des Peintures et se développe jusqu'à la salle du Chaos. En effet, les premières couches de calcite qui se sont développées (tabl. 2 et 3) sur un bloc de calcaire effondré (salle du Sas, la plus proche de l'extérieur) sont datées de 124,3 ka $\pm$ 3,3 ka. Cela suggère que les blocs de calcaire visibles dans cette vaste zone seraient antérieurs au stade 5.5, et que cette extrémité de la grotte de Villars n'était sans doute pas ouverte sur l'extérieur à l'époque de la fréquentation humaine. Il sera utile de compléter ce résultat par d'autres datations sur les couches de calcite recouvrant d'autres blocs calcaires dans cette zone, en particulier à proximité de la zone du « Foyer ».

Concernant les repousses de calcite sur les stalagmites cassées, les datations U-Th n'apportent pas d'éléments précis car la contamination « détritique » induit ici des incertitudes trop importantes et seule une date est finalement utilisable (ZI-Vil-SAS-1, tabl. 1). Les autres âges ont été estimés à partir des analyses ^{14}C après correction de carbone mort (10 %, valeur trouvée sur des stalagmites de Villars) et calibration. Ainsi, la seule stalagmite potentiellement cassée durant l'occupation humaine est celle de la salle du Sas. L'âge de sa cassure, situé entre 7,3 – 7,9 ka cal. BP et 96 ka $\pm$ 5 ka, reste cependant très imprécis. Il est à noter qu'aucun indice sûr prouve la présence humaine dans cette salle pourtant contiguë à la salle des Peintures. L'autre cassure, située dans la salle des Peintures, est plus ancienne (65,3 ka $\pm$ 19,7 < âge < 98 ka $\pm$ 62), mais là aussi les incertitudes sont très grandes (tabl. 1). Enfin, le fin plancher scellant le « Foyer » est, quant à lui plus récent, son âge est compris entre 5,2 et 4,5 ka cal. BP.

5 - Synthèse des résultats, positionnement dans un cadre paléoenvironnemental régional plus large

L'ensemble des datations obtenues dans la grotte de Villars et liées directement à une activité humaine peut se résumer ainsi (fig. 2, tabl.1) :

- un ensemble de dates issues des mouchages de torche (Balcon, Chatière) : 20,4 – 22,1 ka cal. BP ;
- un ensemble de dates plus anciennes issues des « os frais » : 21,5 – 23,2 ka cal. BP ;
- un ensemble de dates plus récentes trouvées sur les os brûlés : 18,9 – 20,2 ka cal. BP ;

- un ensemble de dates nettement plus récentes provenant des deux « mouchages » du Carrefour : 17,1 – 18 ka cal. BP.

Même si quelques incertitudes persistent, comme les âges « jeunes » du Carrefour ou ceux des os « frais » par rapport aux os brûlés, l'occupation humaine dans la grotte de Villars est assez resserrée dans le temps. De nombreuses dates de Villars sont proches de celles de Lascaux. En revanche, dans les deux sites, les dates des « os frais » sont plus anciennes que celles issues des charbons pariétaux ou mobiliers (Valladas *in* Genty *et al.* 2011, tabl. 1 et fig. 3). D'autres comparaisons avec les nombreux sites de la région restent à faire et pourraient éventuellement faire apparaître une convergence dans les âges mettant en évidence l'importance d'une culture humaine dans la région vers 21-22 ka cal. BP.

L'intervalle pendant lequel la grotte de Villars a été fréquentée (vers 19-22 ka) correspond à une période de froid extrême dans le sud-ouest de la France. L'étude de ses stalagmites a contribué à la reconstitution des conditions paléoclimatiques régionales (Genty 2008 ; Genty *et al.* 2003, 2005, 2010) ; nous avons ici une occasion unique de positionner un ensemble de datations archéologiques dans un cadre paléoclimatique et chronologique précis. Les isotopes stables de la calcite des stalagmites de Villars reflètent les conditions paléoclimatiques : le $\delta^{18}\text{O}$ est lié à la température et au $\delta^{18}\text{O}$ de la pluie, le $\delta^{13}\text{C}$, montré ici, est lié à l'activité de la végétation et biopédologique. L'enregistrement composite issu des stalagmites de Villars montre qu'après un stade isotopique 3 (entre 60-30 ka) marqué par de fortes oscillations climatiques et une tendance au refroidissement depuis environ 45 ka, la croissance des stalagmites s'arrête brusquement vers 30 ka $\pm$ 1 (fig. 3). Le climat est alors extrêmement rigoureux dans la région, l'eau ne s'infiltre plus suffisamment dans la grotte pendant des milliers d'années ; c'est seulement vers 16 ka $\pm$ 0,5 que le concrétionnement redémarre de façon intense et témoigne de l'amélioration climatique qui mène à la période clémente du Bölling-Alleröd. L'occupation de la grotte de Villars, comme l'attestent les dates présentées ici, se situe exactement pendant ce hiatus de croissance des spéléothèmes, période de froid intense (fig. 3).

Remerciements

L'ensemble des recherches effectuées dans la grotte de Villars résulte aussi de la volonté des propriétaires de mieux connaître leur grotte, nous sommes donc extrêmement reconnaissants à la famille Versaveaud qui, depuis de nombreuses années, soutient les recherches dans la grotte de Villars. Les datations présentées dans cette étude sont le fruit du programme ANR MADAPCA (coord. P. Paillet, MNHN, Paris 2007-2011). Les recherches paléoclimatiques menées à Villars depuis 1994, ont été essentiellement financées par divers programmes du CNRS (INSU, actuellement MISTRAL-PALEOMEX) et le LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 8212 CNRS/CEA/UVSQ).

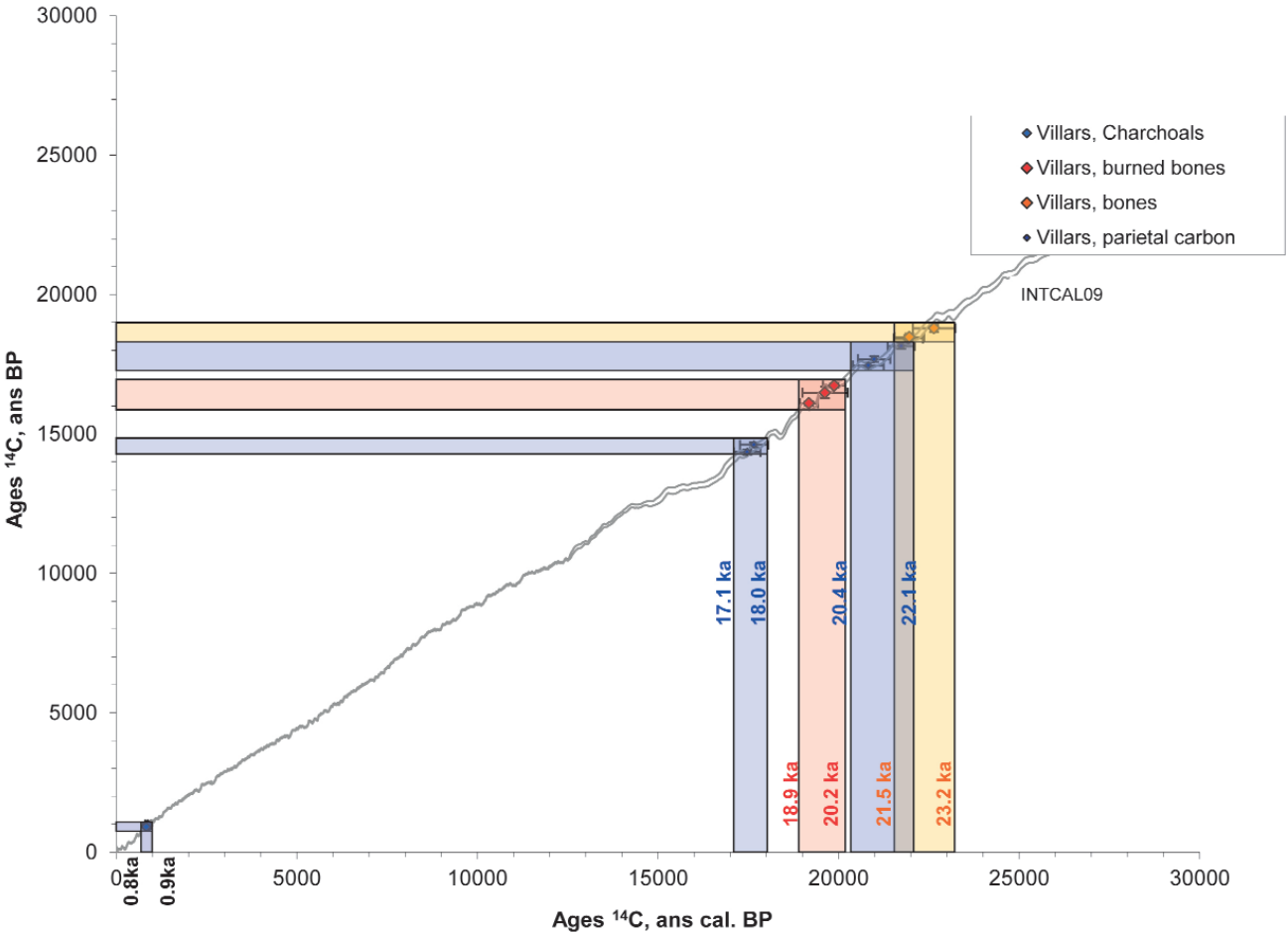


Figure 2 - Résultats des datations ¹⁴C effectuées à Villars sur les différents matériaux : os, os brûlé, charbon et charbon pariétal.
Figure 2 - Results of ¹⁴C dating performed in Villars on different materials: bone, burnt bone, charcoal and parietal charcoal.

Sample ID	238 ng/g	Erreur (2s)	234/238A	95 % ext.	Âge/Ka	95 % err.	230/232A	Âge cr Ka	Erreur (2s)
ZSVIL PEI-1	37,43214479	2,809195389	1,011423249	0,004713281	83,8114706	1,408643624	5,234113652	65,3708	19,7763
ZIVIL PEI-1	52,47068187	3,9380118	1,053919327	0,003323151	145,8393911	2,398143776	3,288487025	98,1597	62,388
ZSVIL SAS-1	36,14316514	2,713361013	1,017696468	0,005247858	11,14715083	0,366836678	1,69985663	1,37056	10,4617
ZIVIL SAS-1	21,57280466	1,622326118	1,022141128	0,007018614	99,69605963	2,931953552	24,47693748	95,9648	5,24978
VIL-FOVER	27,68667178	2,080136885	1,042309868	0,005422094	13,99238136	0,520784635	1,22743916	-4,00585	18,975

Tableau 2 - Résultats des datations sur calcite par uranium/thorium.
Table 2 - Results of datings on calcite by uranium/thorium.

N° cible	Référence échantillon	Nature	mg C	δ ¹³ C	pMC corrigé du fractionnement	Âge radiocarbone BP	dcp %	±	Âge corr. C mort et calibré, ans calBP
SacA23597	ZS-VIL PEI-1	Calcite	1,7	-6,80	0,22 ± 0,04	49 300 ± 1600			
SacA23598	ZI-VIL PEI-1	Calcite	1,17	-7,90	0,14 ± 0,04	53 100 ± 2600			
SacA23599	ZS-VIL SAS-1	Calcite	1,25	-1,40	38,78 ± 0,14	7610 ± 30	10	1,5	7946-7333
SacA23600	ZI-VIL SAS-1	Calcite	1,14	-5,20	0,12 ± 0,04	53 700 ± 2800			
SacA23601	VIL-P1-foyer	Calcite	1,14	-8,00	52,92 ± 0,16	5110 ± 30	10	1,5	5273-4523

Tableau 3 - Résultats des datations sur calcite par radiocarbone.
Table 3 - Results of datings on calcite by radiocarbon.

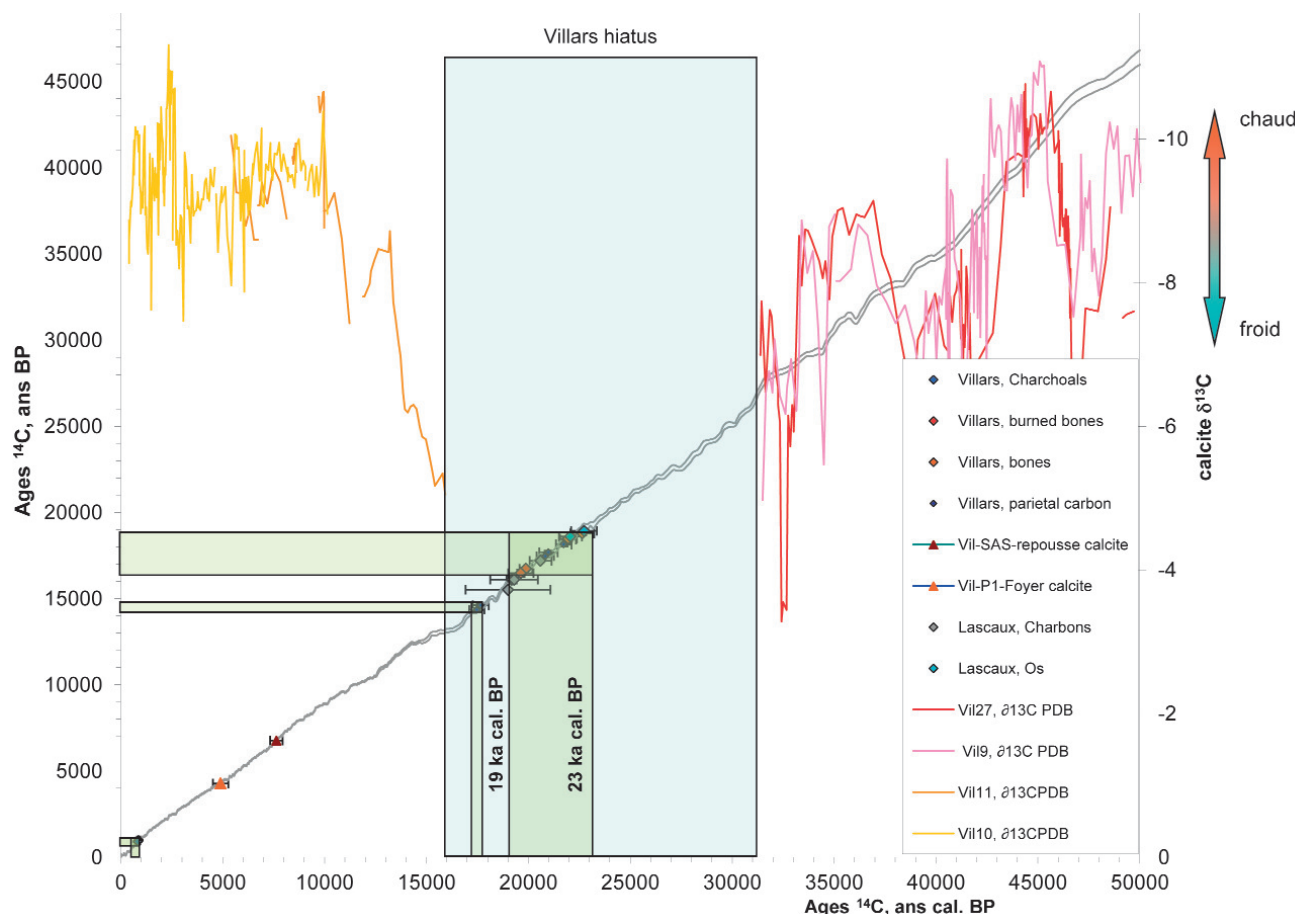


Figure 3 - Résultats des datations ^{14}C effectuées à Villars (os, charbon pariétal) replacés dans le contexte climatique régional issu de l'analyse isotopique ($\delta^{13}\text{C}$) des stalagmites de la grotte. On remarque que la période principale d'occupation, située entre 19 et 23 ka cal. BP, coïncide avec un froid intense marqué à Villars par un hiatus de croissance des spéléothèmes. Les quelques âges obtenus dans la grotte de Lascaux correspondent aussi avec cette période (voir texte).

Figure 3 - Results of ^{14}C dating performed in Villars (bone, parietal charcoal) placed in the context of regional climate resulting from isotopic analysis ($\delta^{13}\text{C}$) stalagmites from the cave. The main period of occupation, between 19 and 23 ka cal. BP, is linked with an intense cold marked in Villars by a hiatus of growth of speleothems. Few ages obtained in the cave of Lascaux also correspond with this period (see text).

Références bibliographiques

BECK L., LEBON M., LAHLIL S., GRÉGOIRE S., ODIN G.P., ROUSÉLIÈRE H., CASTAING J., DURAN A., VIGNAUD C., REICHE I., LAMBERT E., SALOMON H., GENTY D., CHIOTTI L., NESPOULET R., PLASSARD F., MENU M. 2014 – Analyse non destructive de pigments préhistoriques : de la grotte au laboratoire. In : Paillet P. dir. : *Les arts de la Préhistoire : micro-analyses, mises en contextes et conservation*. Actes du colloque « Micro-analyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique », Paris, 16-18 novembre 2011, Paleo, numéro spécial, 2014, p.

DELLUC B. et DELLUC G. 1974 – La grotte ornée de Villars. *Gallia Préhistoire*, 17, p. 1-67.

FÉNELON P. 1951 – *Le Périgord. Étude morphologique*. Paris : Lahure, 518 p.

GENTY D. 2008 – Palaeoclimate Research in Villars Cave (Dordogne, SW-France). *International Journal of Speleology*, 37, p. 173-191.

GENTY D. et MASSAULT M. 1997 – Bomb ^{14}C Recorded in Laminated Speleothems: Calculation of Dead Carbon Proportion. *Radiocarbon*, 39, p. 33-48.

GENTY D. et MASSAULT M. 1999 – Carbon Transfer Dynamics from Bomb ^{14}C and $\delta^{13}\text{C}$ Time Series of a Laminated Stalagmite from SW France - Modelling and Comparison with Other Stalagmite Records. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63, p. 1537-1548.

GENTY D., BLAMART D., OUAHDI R., GILMOUR M., BAKER A., JOUZEL J. et VAN EXTER S. 2003 - Precise Dating of Dansgaard-Oeschger Climate Oscillations in Western Europe from Stalagmite Data. *Nature*, 421, p. 833-837.

GENTY D., COMBOURIEU-NEBOUT N., HATTÉ C., BLAMART D., GHALEB B. et ISABELLO L. 2005 – Rapid Climatic Changes of the last 90 kyr Recorded on the European Continent. *Comptes rendus de l'académie des Sciences de Paris*, 337, p. 970-982.

GENTY D., BLAMART D., GHALEB B., PLAGNES V., CAUSSE C., BAKALOWICZ M., ZOUARI K., CHKIR N., HELLSTROM J., WAINER K. et BOURGES F. 2006 – Timing and Dynamics of the Last Deglaciation from European and North African Delta C-13 Stalagmite Profiles. Comparison with Chinese and South Hemisphere Stalagmites. *Quaternary Science Reviews*, 25, p. 2118-2142.

GENTY D., KONIK S., VALLADAS H., BLAMART D., HELLSTROM J., TOUMA M., MOREAU Ch., DUMOULIN J.-P., NOUET J., DAUPHIN Y. et WEIL R. 2011 – Multi-Methods Dating of the Lascaux Cave Gour Formation. *Radiocarbon*, 53, p. 479-500.

GENTY D., COMBOURIEU-NEBOUT N., PEYRON O., BLAMART D., WAINER K., MANSURI F., GHALEB B., ISABELLO L., DORMOY I., VON GRAGENSTEIN U., BONELLI S., LANDAIS A. et BRAUER A. 2010 – Isotopic Characterization of Rapid Climatic Events during OIS3 and OIS4 in Villars Cave Stalagmites (SW-France) and Correlation with Atlantic and Mediterranean Pollen Records. *Quaternary Science Reviews*, 29, p. 2799-2820.

GLORY A. et PIERRET B. 1960 – La grotte ornée de Villars. *Bulletin de la Société préhistorique française*, LVII, p. 355-361.

HELLSTROM J. 2003 – Rapid and Accurate U/Th Dating using Parallel Ion-Counting Multi-Collector ICP-MS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 18, p. 1346-1351.

PAILLET P., GENTY D., DELLUC B., DELLUC G., VALLADAS H. et BECK L. 2009 – Microanalyses et datations de l'art pariétal de Villars dans son contexte archéologique. *Rapport de l'opération archéologique « Relevé d'art rupestre »*, Muséum national d'histoire naturelle – Département de Préhistoire, 61 p.

REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BLACKWELL P.G., RAMSEY C.B., BUCK C.E., BURR G.S., EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERSON T.P., HAJDAS I., HEATON T.J., HODD A.G., HUGHEN K.A., KAISER K.F., KROMER B., McCORMAC F.G., MANNING S.W., REIMER R.W., RICHARDS D.A., SOUTHON J.R., TALAMO S., TURNEY C.S.M., VAN DER PLICHT J. et WEYHENMEYE C.E. 2009 – Intcal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51, p. 1111-1150.

TISNÉRAT-LABORDE N., VALLADAS H., KALTNECKER E., ARNOLD M. 2003 - AMS radiocarbon dating of bones at LSCE. *Radiocarbon*, 45, 3, 2003. pp. 409-419.

