

Programme de la 9^{ème} journée du réseau REFRAIN

Lieu : Auditorium de la Grande Galerie de l'Evolution, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris

- | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h00–10h10 | Accueil des participants |
| 10h10–10h20 | Ouverture de la journée |
| 10h20–12h20 | Programme scientifique |
| 10h20 | Traitement chimique de cernes de bois en « batch » pour analyse ¹⁴ C sur cellulose
<u>PHOUYBANHDYT Brian</u> , DU BOISGUEHENEUC Diane, DAUX Valérie, NOURY Claudée, PIERRE Monique, STIEVENARD Michel, THIL François, HATTÉ Christine |
| 10h40 | Datation ¹⁴ C sur bioapatite : nouvelles avancées méthodologiques
<u>TOMBRET Olivier</u> , ZAZZO Antoine, GARBÉ Lisa, THIL François, PERRON Marion, DELQUÉ KOLIČ Emmanuelle |
| 11h00 | Récentes études menées au LMC14 : focus sur les nouveaux protocoles de préparation
<u>DUMOULIN Jean-Pascal</u> , CAFFY Ingrid, DELQUÉ KOLIČ Emmanuelle, GOULAS Cédric, HAIN Stéphane, MOREAU Christophe, PERRON Marion, SETTI Valérie, SIEUDAT Marc, THELLIER Bruno, Lucile Beck |
| 11h20 | Contrôle qualité des analyses ¹⁴ C au LMC14
<u>MOREAU Christoph</u> , BECK Lucile, CAFFY Ingrid, DELQUÉ KOLIČ Emmanuelle, DUMOULIN Jean Pascal, GOULAS Cédric, HAIN Stéphane, PERRON Marion, SETTI Valérie, SIEUDAT Marc et THELLIER Bruno |
| 11h40 | Datation de beurres archéologiques par mesure ¹⁴ C sur composés spécifiques
<u>JACOB Jérémy</u> , GHALEM Jugurta, THIL François |
| 12h00 | Datation radiocarbone sur composés spécifiques : méthodes, applications et nouvelles perspectives
<u>CASANOVA Emmanuelle</u> |
| 12h30–14h30 | Pause déjeuner |

14h40–15h40 Programme scientifique

14h40 Guerre ou paix ? Apport du radiocarbone à la connaissance du phénomène gaulois des fosses à chevaux devant Gergovie
JACQUET Lisa, ZAZZO Antoine, TOMBRET Olivier, THIL François, LEPETZ Sébastien

15h00 Contexte archéologique et premières datations radiocarbone de la grotte Ebbou
TISNERAT-LABORDE Nadine, GÉLY Bernard², NOVEL Philippe, PRUD'HOMME Françoise³, F. THIL¹ *et alii*.

15h20 Telarmachay revisité : nouvelles datations radiocarbone du plus ancien centre de domestication des camélidés andins
LE NEÜN Manon, ZAZZO Antoine, DUFOUR Elise, TOMBRET Olivier, THIL François, WHEELER Jane, LAVALLEE Danièle, CUCCHI Thomas, GOEPFERT Nicolas

15h40–16h00 Pause

16h00–17h00 Programme scientifique

16h00 Radiocarbon chronology for a Late Antique complex of fire temples, Fars, Iran
DJAMALI Morteza, BARD Edouard, GUIBAL Frédéric, ROSTEK Frauke, TUNA Thibaut, ASKARI-CHAVERDI Alireza, RASHIDIAN Elnaz, GAMBA Emma, TALON Brigitte, FAUCHERRE Nicolas

16h20 Discussions chronologiques autour de la tombe de Gunsa du baptistère de Brioude (Haute Loire). Apport de la modélisation bayésienne par Chronomodel
GAUTHIER Fabrice, LEFÈVRE Jean-Claude, OBERLIN Christine

16h40 Les dynamiques des sols révélées par les nucléides cosmogéniques
HATTÉ Christine, CORNU Sophie

17h00–17h10 Clôture de la journée

Traitement chimique de cernes de bois en « batch » pour analyse ^{14}C sur cellulose

PHOUYBANHDYT Brian^{1*}, DU BOISGUEHENEUC Diane^{1,2*}, DAUX Valérie¹, NOURY Claudée¹, PIERRE Monique¹, STIEVENARD Michel¹, THIL François¹, HATTÉ Christine^{1,3}

- 1- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA-Saclay - Orme des merisiers 91190 Gif-sur-Yvette
 - 2- AASPE - Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements, UMR 7209 MNHN/CNRS - Paris, France.
 - 3- Division of Geochronology and Environmental Isotopes, Institute of Physics, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland
- * Contribution égale des auteurs

L'analyse de la fraction radiocarbone dans les cernes des arbres est fondamentale afin de calibrer les années ^{14}C en années civiles. L'intérêt croissant pour la mesure du ^{14}C à résolution annuelle implique un nombre encore plus important d'échantillons de cernes à prétraiter, en misant sur la cellulose du bois final pour s'assurer que le carbone ne provient que d'un an et qu'il n'a pas été échangé depuis sa formation. Dans le cadre de plusieurs projets dans lesquels nous sommes impliqués et qui nécessitent de grandes séries de mesures, nous avons confronté notre protocole à d'autres disponibles dans la littérature. Nous avons finalement opté pour une adaptation du protocole utilisé pour les mesures d'isotopes stables au LSCE qui dérive du protocole original de Leavitt et Danzer (1993). Nous avons également pris en compte certains conseils de Southon et Magana (2010) et ajouté notre propre « touche ». La chimie se fait dans un erlenmeyer dans lequel sont regroupés les échantillons et les standards, conditionnés dans un sachet de téflon individuel. Le protocole est divisé en trois étapes principales : élimination des composés hydrosolubles, élimination de la lignine par une délignification oxydative en deux étapes et élimination de l'hémicellulose par extraction alcaline. Notre protocole permet pour l'instant de préparer jusqu'à quinze échantillons et cinq étalons en même temps, sans contamination croisée, ce qui permet de gagner du temps dans la manipulation et de réduire la consommation de produits chimiques. Nous présentons ici les résultats que nous avons obtenus sur des supports et des matériaux de référence d'âges différents. Ils indiquent clairement que ce protocole permet d'obtenir des résultats aussi précis qu'avec des traitements individuels.

Datation ^{14}C sur bioapatite : nouvelles avancées méthodologiques

TOMBRET Olivier¹, ZAZZO Antoine¹, GARBÉ Lisa¹, THIL François²,
PERRON Marion³, DELQUÉ KOLIČ Emmanuelle³

- 4- AASPE - Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements, UMR 7209 MNHN/CNRS - Paris, France.
- 5- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 8212 du CNRS/CEA/UVSQ, Orme des Merisiers – CEA/Saclay - Bât. 714, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex – France.
- 6- Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14), LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France.

Dans les environnements arides et semi-arides, la fraction organique des restes osseux archéologiques est rapidement dégradée et il devient difficile voire impossible de réaliser des dates sur collagène. Le carbonate de l'apatite (ou bioapatite) de l'os ou de l'émail dentaire peut être daté mais cette méthode pose deux types de problème : tout d'abord, le CO_2 extrait est souvent pollué et un traitement supplémentaire (au sulfix) peut être nécessaire pour assurer la graphitisation en amont de la mesure AMS. Malheureusement, le sulfix n'est plus commercialisé et une alternative doit être recherchée. Par ailleurs, le carbonate de l'apatite est sujet à un échange isotopique avec le carbonate environnemental, et les âges obtenus sont souvent considérés comme des âges ^{14}C minimums (Zazzo et Saliège, 2011). Le microbroyage des poudres d'émail est récemment apparu comme une alternative intéressante pour améliorer la décontamination lors du prétraitement à l'acide acétique Wood et al. (2016). Cette présentation décrit les avancées méthodologiques réalisées par nos deux laboratoires concernant ces deux aspects.

Zazzo, A., Saliège, J.-F., 2011. Radiocarbon dating of biological apatites: a review. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 310, 52–61.

Wood, R., Duval, M., Mai Huong, N.T., Tuan, N.A., Bacon, A.M., Demeter, F., Durringer, P., Oxenham, M., Piper, P., 2016. The effect of grain size on carbonate contaminant removal from tooth enamel: towards an improved pretreatment for radiocarbon dating. *Quaternary Geochronology* 36:174–187.

Récentes études menées au LMC14 : focus sur les nouveaux protocoles de préparation

DUMOULIN Jean-Pascal¹, CAFFY Ingrid¹, DELQUÉ KOLIČ Emmanuelle¹, GOULAS Cédric¹, HAIN Stéphane¹, MOREAU Christophe¹, PERRON Marion¹, SETTI Valérie¹, SIEUDAT Marc¹, THELLIER Bruno¹, BECK Lucile¹

1- Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14), LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

Le Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14) est une Plateforme Nationale créée en 2003 et dédiée à la mesure du radiocarbone pour les institutions de recherche suivantes : le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut de recherche pour le développement (IRD), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et le Ministère de la culture (MC). Depuis sa création, le LMC14 a réalisé près de 70 000 mesures. Au fil des années, nous avons amélioré et fait évoluer nos protocoles afin d'élargir la gamme des échantillons datables. Divers types d'échantillons bruts sont préparés et mesurés en routine comme des matières organiques (sédiments, charbons, bois ou végétaux) ou des carbonates (foraminifères, coquilles, coraux ou spéléothèmes). Nous travaillons également sur des échantillons de natures différentes demandant des préparations particulières comme le carbone inorganique dissous (CID) dans l'eau (Dumoulin et al., 2013), les alliages ferreux (Leroy et al., 2015), le blanc de plomb (Beck et al., 2019) ou encore les oxalates de calcium (Dumoulin et al 2020). Dernièrement nous avons également testé des protocoles pour la datation des mortiers ou encore l'extraction de la cellulose. Je présenterai donc différents protocoles en les illustrant avec des cas particuliers liés aux études et collaborations réalisées ces dernières années.

Contrôle qualité des analyses ^{14}C au LMC14

MOREAU Christophe¹, BECK Lucile¹, CAFFY Ingrid¹, DELQUÉ KOLIČ
Emmanuelle¹, DUMOULIN Jean Pascal¹, GOULAS Cédric¹, HAIN
Stéphane¹, PERRON Marion¹, SETTI Valérie¹, SIEUDAT Marc¹ et
THELLIER Bruno¹

1- Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14), LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Le Laboratoire de Mesure du Carbone 14, plateforme nationale dédiée à la préparation et à la mesure d'échantillons en vue de leur dosage par Spectrométrie de Masse par Accélérateur intègre dans son travail un processus de contrôle qualité à chaque étape que suit un échantillon. Concernant les analyses C14, les mesures sur ARTEMIS sont contrôlées par des standards secondaires incorporés dans chaque batch d'échantillons. L'étude de ces standards secondaires permet d'évaluer la qualité des mesures sortant du laboratoire.

Par ailleurs la plateforme nationale se confronte aux autres laboratoires internationaux en participant aux campagnes d'intercomparaison internationale menées régulièrement par la communauté du radiocarbone, ainsi que par certaines équipes internationales sur des problématiques particulières. Ainsi le LMC14 a participé à la campagne GIRI et à l'intercomparaison internationale MODIS2 sur les mortiers. Les résultats fournis aux communautés, sans connaître les valeurs attendues, seront présentés ici et comparés aux valeurs préliminaires données lors du dernier congrès Radiocarbon de Zürich (Suisse).

Datation de beurres archéologiques par mesure ^{14}C sur composés spécifiques

JACOB Jérémy¹, GHALEM Jugurta¹, THIL François¹

1- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 8212 du CNRS/CEA/UVSQ, Orme des Merisiers – CEA/Saclay - Bât. 714, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex – France.

Etablir des cadres chronologiques robustes et précis reste un enjeu majeur des sciences paléoenvironnementales et de l'archéologie. Depuis quelques dizaines d'années, la possibilité de réaliser des mesures ^{14}C sur des quantités infimes de carbone a étendu le spectre des possibilités. En particulier la perspective de déterminer l'âge de molécules fossiles préservées dans divers types d'archives afin de limiter les sources de contamination. Cette méthode souffre toutefois de l'absence de standards validés et adoptés par l'ensemble de la communauté.

Dans le cadre d'un exercice d'intercomparaison de datation sur composés spécifiques proposé par l'Université de Bristol, nous avons déterminé par EchoMICADAS l'âge d'acides gras avec 16 et 18 atomes de carbone présents dans des beurres fossiles et dans un beurre actuel. Les beurres fossiles sont fournis par le Muséum National d'Irlande. Il s'agit de beurres préservés dans des tourbières et datés, pour l'un, de l'âge du Bronze et, pour l'autre, de la période post-médiévale. Le beurre actuel (Elle et Vire, 250 g, sans conservateur ni additif, 60% de matières grasses, fabriqué le 11/02/2022) a été acquis en grande surface.

Nous avons suivi le protocole d'extraction/estérification défini par Casanova et al. (2021) puis les conditions de purification des composés individuels par chromatographie en phase gazeuse préparative (prep-GC) proposées par Casanova et al. (2018). La contribution du carbone ajouté lors de l'estérification a été corrigée après détermination du ^{14}C du méthanol. Le ^{14}C des aliquots bruts de beurre a été déterminé par Compact Radiocarbon System (ECHO MICADAS) en mode graphitisation et celui des composés par EA-GIS. Les quantités d'acides gras extraites/estérifiées ont été déterminés lors des injections en prep-GC. Les rendements de purification sont estimés au moyen de la quantité de carbone de chaque échantillon, déterminée par EA-GIS, convertie en masse d'acide gras estérifié.

Les résultats des datations sont très comparables à ceux de la littérature (Casanova et al., 2021) pour les beurres fossiles et Hua et al., 2021 pour le beurre actuel). Toutefois, les écart-types sont importants (~100 ans) du fait de la faible quantité de matière disponible. De nouvelles mesures réalisées avec des prises d'essai plus importantes nous permettront de confirmer ces premiers résultats.

Datation radiocarbone sur composés spécifiques : méthodes, applications et nouvelles perspectives

CASANOVA Emmanuelle¹

1- UMR7209 Archéozoologie et archéobotanique : Sociétés, pratiques et environnements, CNRS/Muséum national d'Histoire naturelle, 43 rue Buffon, 75005 Paris, France

La datation radiocarbone en composés spécifiques est une technique basée sur l'isolation de molécules issues de matrices environnementales et/ou archéologiques. Cette méthode de préparation a été implémentée à la fin des années 90 et est utilisée pour diverses applications environnementales alors que peu sont encore dédiées aux questions de recherche archéologiques. Le nombre de laboratoires faisant des mesures en composés-spécifiques en routine reste à l'heure actuelle faible malgré un intérêt grandissant de la communauté radiocarbone pour cette technique.

Lors de la 24^{ème} conférence internationale sur le radiocarbone (Zurich, Suisse, 2022) s'est tenu un workshop sur les datations radiocarbone co-organisé par E. Casanova, C. Welte, T. Knowles et T. Eglinton. Le but de ce workshop était de réunir les utilisateurs actuels et futurs, de faire un bilan des connaissances, ainsi que de discuter sur les nouvelles perspectives d'utilisation et de développement des datations sur composés individuels.

Cette communication fait la synthèse des présentations et discussions tenues lors du workshop. Tout d'abord un état de l'art sur les méthodes d'isolation, les molécules cibles communes, ainsi que le premier exercice d'intercomparaison sur composés spécifiques actuellement en cours seront présentés. Dans un second temps le bilan des discussions concernant les molécules à cibler, les développements méthodologiques, les applications et exercices d'intercomparisons par lesquelles la communauté radiocarbone souhaite se diriger pour les années à venir sera explicité.

Guerre ou paix ? Apport du radiocarbone à la connaissance du phénomène gaulois des fosses à chevaux devant Gergovie

JACQUET Lisa¹, ZAZZO Antoine¹, TOMBRET Olivier¹, THIL François², LEPETZ Sébastien¹

1- Unité Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements, Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS UMR 7209, Paris

2- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA, UVSQ, CNRS UMR 8212, Paris

Sur le territoire arverne, au pied du plateau de Gergovie connu pour sa bataille entre César et Vercingétorix, se trouvent, à moins de 4km de distance, un ensemble de fosses à chevaux aux structures analogues. À Gondole, la fosse 137 livre les restes complets de huit chevaux accompagnés de huit hommes. Sur le site de l'Enfer, ce sont 5 fosses regroupant les corps entiers de 53 chevaux qui sont découverts. Témoignage de la mort simultanée ou quasi-simultanée d'individus équins et humains, ces sépultures primaires multiples apparaissent comme la manifestation d'un évènement particulier encore méconnu ne témoignant d'aucune pratique funéraire connue pour cette époque en Gaule. En raison de l'absence de matériel archéologique et sans aucune trace d'abattage, rien n'a, à ce jour, permis de contextualiser ces fosses. Pratique gauloise locale sans lien avec la bataille de Gergovie ? Bataille gauloise ou épisode lié au siège de Gergovie par César ? Des datations radiocarbone effectuées sur ces restes de chevaux ont donc été entreprises, dans le but de mettre en évidence ou non une possible contemporanéité entre les fosses et les évènements connus de Gergovie (dont l'hypothèse repose actuellement uniquement sur leur emplacement géographique). Les premiers résultats, très encourageants, démontrent une non-contemporanéité des fosses de Gondole et de l'Enfer. Si la simultanéité de la fosse de Gondole avec les évènements guerriers connus dans le contexte de la guerre des Gaules est exclue, elle reste toutefois possible pour les fosses de l'Enfer.

Contexte archéologique et premières datations radiocarbone de la grotte Ebbou.

TISNÉRAT-LABORDE Nadine¹, GÉLY Bernard², NOVEL Philippe,
PRUD'HOMME Françoise³, F. THIL¹ *et alii*.

- 1- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Orme-des-Merisiers, F-91198 Gif-sur-Yvette, France
- 2- Service régional d'Archéologie, DRAC Auvergne-Rhône-Alpes
- 3- Grand Site de France de l'Aven d'Ornac, Cité de la Préhistoire, F-07150 Ornac-l'Aven, France

La grotte d'Ebbou est située en rive droite de l'Ardèche, à 800 m en aval du Pont d'Arc. Fouillée dès 1867, elle est célèbre avant tout pour les 72 représentations pariétales paléolithiques gravées tels que des chevaux, aurochs, bisons, bouquetins, cerfs ainsi qu'un mammoth et deux carnivores très schématisés [B. Gély *et al.*, 2021].

Dès 1946, des travaux de relevés ont été conduits par A. Glory et la grotte fut classée en 1947. D'autres travaux ont été réalisés en 1952 par É.Drouot puis entre 1956-1958 par A. Leroi-Gourhan avant que des mesures de protection ne soient prises. Entre 1964 et 1969, une étude globale du site a été réalisée par L. Chabredier à la demande de J. Combier, puis une étude sur l'aspect technologique des gravures fut conduite par P. Novel de 1995 à 1998. En 2018, les recherches d'archives au sujet d'Ebbou initiées par B. Gély et les études engagées dans la grotte à partir de 2019 avec ses collaborateurs sont destinées à l'actualisation et la publication des travaux d'analyse technologique restés inédit sur l'art pariétal paléolithique. Dans le cadre de ce programme, un des objectifs prioritaires est l'établissement d'un cadre chronologique des différentes phases de présences animales et humaines, car la cavité a été fréquentée à des fins diverses et à maintes reprises depuis le Pléistocène supérieur.

L'objet de cette présentation est de montrer comment les datations radiocarbone combinées à l'approche pluridisciplinaire de la grotte d'Ebbou permettent de mieux cerner la période de réalisation des tracés pariétaux et des autres activités dans la grotte. Dans ce but, les résultats des datations C-14 et leur cohérence seront discutés à l'échelle de la cavité et à proximité des décorations pariétales.

B. Gély *et alii*, 2022, Ardèche Archéologie, v39, 13-22.

Telarmachay revisité : nouvelles datations radiocarbone du plus ancien centre de domestication des camélidés andins

LE NEÛN Manon¹, ZAZZO Antoine¹, DUFOUR Elise¹, TOMBRET Olivier¹, THIL François², WHEELER Jane³, LAVALLEE Danièle⁴, CUCCHI Thomas¹, GOEPFERT Nicolas⁴

- 1- AASPE - Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements UMR 7209 : MNHN, CNRS - Paris, France.
- 2- LSCE – Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement UMR 8212 : CNRS, CEA, UVSQ - Gif-sur-Yvette, France.
- 3- CONOPA - Instituto de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos, Av. Reusche M4, Pachacamac, Lima, Peru.
- 4- ArchAm - Archéologie des Amériques UMR 8096 : CNRS, Université Paris 1- Panthéon-Sorbonne – Paris, France.

Les archéologues s’accordent pour considérer qu’au sein des camélidés sud-américains, les lamas et les alpagas ont été domestiqués au cours de la période précéramique à partir de deux espèces sauvages : les guanacos et les vigognes. Cependant, documenter les premières étapes du processus de domestication reste encore un défi. Le site de Telarmachay (Puna de Junín, Pérou) est un site majeur car il a apporté les plus anciens indices de ce processus, vers 3000-1800 av. J.-C., soit 2000 ans avant le reste de la zone andine. Cependant, la longue chronostratigraphie de ce site, entre 7000 à 150 av. J.-C., s’appuie sur 22 datations ¹⁴C effectuées avant l’avènement de l’AMS et de surcroît sur des charbons de bois provenant des différentes couches et non sur les vestiges osseux eux-mêmes. C’est pourquoi il était nécessaire de lancer un nouveau programme de datations AMS sur ossements de camélidés pour mieux délimiter chronologiquement le processus. Les résultats montrent que la chronologie doit être révisée. Les nouvelles datations reculent l’âge du site d’environ 1000 ans tout en inscrivant les interactions entre sociétés humaines et camélidés sur une période de plus de 4000 ans entre 7152/6510 et 2226/1854 av. J.-C. Grâce à cette nouvelle chronologie, il est maintenant possible de retracer finement l’histoire de l’occupation du site en général et de l’intensification des relations entre les chasseurs-cueilleurs des hautes terres des Andes et les camélidés en particulier.

Radiocarbon chronology for a Late Antique complex of fire temples, Fars, Iran

DJAMALI Morteza¹, BARD Edouard², GUIBAL Frédéric¹, ROSTEK Frauke², TUNA Thibaut², ASKARI-CHAVERDI Alireza³, RASHIDIAN Elnaz⁴, GAMBA Emma¹, TALON Brigitte¹, FAUCHERRE Nicolas⁵

- 1- Europôle méditerranéen de l'Arbois, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie - IMBE (Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD), Aix-en-Provence, France
- 2- CNRS, IRD, INRAE, Collège de France, CEREGE, Aix Marseille Univ, Aix-en-Provence, France
- 3- History Department, Shiraz University, Shiraz, Iran
- 4- Department of history and social sciences, University of Konstanz, Germany
- 5- CNRS, Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée (LA3M) - Aix Marseille Univ, France

The Sasanian Empire reigned over the Iranian plateau and surrounding regions between the oxus and Euphrates rivers, for more than four centuries (224 to 651 CE), in Late Antiquity. The Sasanians left a considerable number of monuments, among which the so-called 'chahartaqs' (four arches in Persian) are one of the most important innovations of the Iranian architecture. These structures are considered Zoroastrian religious complexes, probably fire temples. Although chahartaqs are found in large numbers in the Sasanian territory, their exact function and their date of foundation is unknown and not studied scientifically, so far. One of these complexes, still well preserved, is located near the small town of Rostaq (Darab, Fars Province) in southwestern Iran. Here, we present the first radiocarbon chronology for this building complex for the first time. We will show the potential of charcoals, used in gypsum mortar, for radiocarbon dating of Late Antique Persian monuments. The large age uncertainties related to the plateaus in radiocarbon calibration curve of 1st millennium CE will be reduced after a wiggle-matching of tree rings of timbers used in the walls. Our dating results, which show several phases of construction, are of utmost importance for historians and archaeologists for understanding the function of chahartaqs and the sociopolitical implications of Sasanians' religious policy in Late Antiquity. Our results will also be fundamental in the nomination of these monuments to the UNESCO World Heritage.

Discussions chronologiques autour de la tombe de Gunsa du baptistère de Brioude (Haute Loire). Apport de la modélisation bayésienne par Chronomodel

GAUTHIER Fabrice¹, LEFÈVRE Jean-Claude^{2,3}, OBERLIN Christine³

1- INRAP/UMR6298 ArTeHiS

2- UMR 8148 GEOPS

3- UMR5138 ArAr

A la fin de l'Antiquité et pendant le premier Moyen Âge, la tombe du martyr Julien a fait de la petite ville de Brioude (43) un centre religieux majeur qui rayonnait au-delà de la cité des arvernes. Plusieurs édifices religieux contemporains ont été fouillés, dont le baptistère. Malgré les interdictions religieuses réitérées pendant cette période, le bâtiment a servi de lieux d'inhumations à de nombreuses tombes, parmi lesquelles deux sarcophages à épitaphes. Si celui de Mellonius est daté au jour près, le 24 mars 550, en référence au règne de Théodebald, le petit fils de Thierry 1er, celui de Gunsa, qui fait référence à celui d'un Théodebert correspond à deux millésimes, 534 ou 597 suivant qu'il s'agisse du fils de Thierry 1er ou d'un descendant de Clotaire 1er ayant tous deux régné sur la cité. Aucun marqueur chronologique ne permettant de trancher directement, le recours aux statistiques bayésiennes via le logiciel a permis de tester plusieurs hypothèses et a contribué à privilégier une d'entre elles dans le cadre des discussions chronologiques.

Les dynamiques des sols révélées par les nucléides cosmogéniques

HATTÉ Christine^{1,2}, CORNU Sophie³

- 1- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA CNRS UVSQ, Université Paris-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France
- 2- Division of Geochronology and Environmental Isotopes, Institute of Physics, Silesian University of Technology, 44-100 Gliwice, Poland
- 3- CEREGE, Aix-Marseille University, CNRS, IRD, INRAE, Collège de France, 13545 Aix-en-Provence cedex, France

Au cours des dernières années, une attention particulière a été accordée par la littérature scientifique et les médias au concept de services "écosystémiques" des sols. L'évaluation monétaire de ces services est souvent présentée comme une condition nécessaire à la préservation du capital naturel que représentent les sols. Parmi les onze services reconnus des sols, au moins quatre sont associés à la dynamique du carbone du sol et quatre au déplacement des particules. Il s'agit de la séquestration du carbone, de la régulation du climat, de la fourniture de nourriture, du cycle des nutriments, de l'habitat des organismes, de la régulation des inondations et de la fondation des infrastructures humaines.

L'évaluation de la capacité des sols à fournir ces services est une priorité sociétale immédiate. Les solutions conventionnelles telles que la mesure de la teneur en carbone, de la densité apparente, de la distribution granulométrique, etc., ne permettent pas toujours d'atteindre l'idée de dynamique et/ou de répondre aux questions assez rapidement pour qu'une inversion de processus ait lieu. Comme méthode alternative, la mesure des nucléides cosmogéniques peut être utilisée pour déterminer la chronologie des événements et la dynamique des principaux processus pédologiques. Ils peuvent fournir des indices sur la dynamique du carbone du sol et le mouvement des particules au sein même des profils. Leur utilisation va donc au-delà de la détermination des taux d'érosion, de dénudation et de soulèvement en analysant les couches supérieures des profils pédologiques, comme on le fait habituellement avec ces isotopes.

Dans cette présentation, nous soulignerons les éléments clés apportés par les nucléides cosmogéniques aux sciences du sol. Ils ont été utilisés seuls ou en combinaison avec d'autres isotopes. ^{14}C , ^{10}Be , ^{137}Cs , ^{210}Pb seront discutés pour la modélisation de la dynamique du carbone dans les sols et pour le transfert des particules fines dans les profils.