



HAL
open science

**Datations “ absolues ” en archéologie : actes du 8e
séminaire scientifique et technique de l’Inrap, 3-4 déc.
2024, Orsay**

Lucile Beck, Marc Bouiron, Carine Carpentier, Richard Cottiaux,
Emmanuelle Delque-Količ, Sophie Féret

► **To cite this version:**

Lucile Beck, Marc Bouiron, Carine Carpentier, Richard Cottiaux, Emmanuelle Delque-Količ, et al..
Datations “ absolues ” en archéologie : actes du 8e séminaire scientifique et technique de l’Inrap, 3-4
déc. 2024, Orsay. Datations “ absolues ” en archéologie, 2024. hal-04890386

HAL Id: hal-04890386

<https://inrap.hal.science/hal-04890386v1>

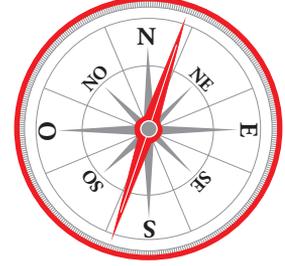
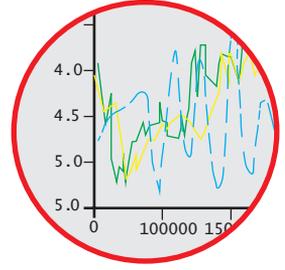
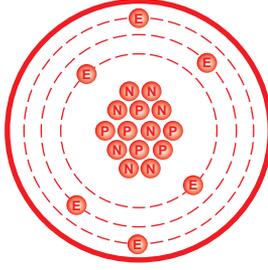
Submitted on 16 Jan 2025

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License



Datations « absolues » en archéologie



8^e séminaire scientifique et technique

Mardi 3 et mercredi 4 décembre 2024



Résumés des communications
Annuaire des participants

<https://sstinrap.hypotheses.org/datations-absolues-en-archeologie>

Séminaire soutenu par la Région Île-de-France dans le cadre du Domaine de recherche et d'innovation majeur « Patrimoines matériels – innovation, expérimentation et résilience ».



Datations « absolues » en archéologie

8^e séminaire scientifique et technique de l'Inrap

— Mardi 3 et mercredi 4 décembre 20224

Comité d'organisation

- Beck Lucile (LMC14, UMR 8212 LSCE)
- Bouiron Marc (Direction scientifique et technique, Inrap, UMR 7264 CEPAM)
- Carpentier Carine (Direction scientifique et technique, Inrap)
- Cottiaux Richard (Direction scientifique et technique, Inrap, UMR 8215 Trajectoires)
- Delqué-Količ Emmanuelle (LMC14, UMR 8212 LSCE)
- Féret Sophie (Direction scientifique et technique, Inrap, UMR 7041 ArScAn).

Comité scientifique

- Beck Lucile (LMC14, UMR 8212 LSCE)
- Bertran Pascal (Inrap, UMR 5199 PACEA)
- Bouiron Marc (Direction scientifique et technique, Inrap - UMR 7264 CEPAM)
- Delqué-Količ Emmanuelle (LMC14, UMR 8212 LSCE)
- Féret Sophie (Direction scientifique et technique, Inrap, UMR 7041 ArScAn)
- Girardclos Olivier (Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement), Griffiths Seren (Manchester Metropolitan University)
- Hervé Gwenaël (CEA, UMR 8212 LSCE)
- Lanos Philippe (UMR 6034 Archéosciences Bordeaux)
- Lefèvre Jean-Claude (Université de Paris Saclay)
- Oberlin Christine (Centre de datation par le radiocarbone - Université de Lyon I)
- Pinçon Geneviève (MC / Sous-direction de l'archéologie - CNP - UMR Temps 8068)
- Warmé Nicolas (Inrap)

—

Séminaire organisé par l'Inrap en partenariat avec le Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14), plateforme nationale rattachée au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE).

Table des matières

—

SESSION 1

Datation isotopique : carbone 14

— p. 5

SESSION 2

Datation isotopique : Uranium-Thorium, Argon-Argon

— p. 26

SESSION 3

Datation par luminescence (TL/OSL)

— p. 31

SESSION 4

Archéomagnétisme

— p. 35

SESSION 5

Dendrochronologie

— p. 41

SESSION 6

Méthodes croisées et pluridisciplinarité

— p. 44

POSTERS

— p. 53

ANNUAIRE DES PARTICIPANTS

— p. 66

- 1 -

Datation isotopique : carbone 14

La datation du fer par le radiocarbone : méthodologie et applications

Emmanuelle Delqué-Količ, Stéphanie Leroy, Marion Perron-Poisson, Stéphane Hain, Enrique Vega, Maxime L'Héritier, Philippe Dillmann, Gaspard Pagès et l'équipe du LMC14

La datation par le carbone 14 est certainement la méthode la plus répandue pour construire des chronologies sur les 40 000 dernières années. Alors que les restes organiques tels que le bois, le charbon, les végétaux ou les ossements demeurent les supports privilégiés des datations radiocarbone en archéologie, des matériaux complexes comme le fer peuvent constituer des solutions alternatives et/ou complémentaires pour produire des jalons chronologiques aux activités humaines.

Les alliages ferreux anciens présentent néanmoins quelques écueils pour la datation radiocarbone comme une faible teneur en carbone (< 0,8 %), une grande hétérogénéité de structure et diverses possibilités de contaminations.

Depuis 10 ans, le LMC14 et le LAPA développent une méthodologie spécifique basée sur une analyse approfondie du matériau ferreux (observations métallographiques et analyses élémentaires) qui permet un choix éclairé de la zone de prélèvement. Un protocole rigoureux d'échantillonnage et d'extraction du carbone permet ensuite d'éliminer les risques de contamination.

Cette communication détaillera les différents aspects de la méthodologie et s'appuiera sur deux études d'objets en fer – les barres des épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer et les renforts en fer de la Sainte-Chapelle à Paris – pour souligner l'importance d'une collaboration entre archéologues, archéométallurgistes et dateurs.

Mots clés : carbone 14, AMS, SMA, alliages ferreux

La datation radiocarbone des coquilles d'escargots : nouvelles perspectives pour les sites archéologiques

Sophie Martin

En archéologie, la grande majorité des séquences sédimentaires et certaines structures ne livrent aucun élément datant pertinent, que ce soit des vestiges matériels (mobiliers céramique, lithique, etc.) ou organiques. En particulier, les micro-charbons de bois, qui ne sont pas toujours taxonomiquement identifiables, peuvent souffrir d'un « effet vieux bois » ou même être intrusifs. Dans des contextes sédimentaires favorables, notamment sur substrat calcaire, les niveaux sédimentaires incluent généralement des assemblages malacologiques pouvant comporter entre plusieurs centaines et plusieurs milliers de coquilles d'escargots par échantillon. Ces coquilles sont composées essentiellement de biocarbonate de calcium, sous forme d'aragonite, et environ 12 % de leur masse est constituée de carbone pur ; elles constituent théoriquement une manne pour les datations radiocarbone. Pourtant, la datation radiocarbone sur coquilles d'escargots a longtemps été évitée, particulièrement dans les contextes archéologiques holocènes demandant une précision importante, car il était établi que les escargots pouvaient fournir des datations vieillies du fait d'une possible absorption de carbone fossile, difficile à quantifier. Or, des expérimentations relativement récentes en contexte nord-américain ont montré que certaines petites espèces produisent du carbonate de calcium en ingérant exclusivement du carbone provenant de la végétation, donc théoriquement en équilibre avec le carbone atmosphérique. La datation radiocarbone de ces coquilles permettrait alors des résultats fiables.

Sur la base de ces principes, il a été testé la possibilité de dater avec précision des séquences archéologiques, en particulier celles difficiles à dater par d'autres moyens. Les sites archéologiques choisis, situés pour la plupart dans la région Occitanie, comprenaient des artefacts archéologiques et/ou des restes botaniques permettant un contrôle chronologique. Les espèces de gastéropodes sélectionnées sont des espèces européennes communes des environnements tempérés de l'Holocène. Cette communication a pour propos de présenter la méthode de sélection des coquilles en fonction des problématiques, des contextes archéologiques et des assemblages malacologiques récoltés, et de commenter les résultats obtenus. Ces résultats, sur une trentaine de dates réalisées, valident la méthode et permettent de proposer les espèces plus adaptées à la datation radiocarbone. Ils ouvrent de nouvelles perspectives pour dater des ensembles qui ne présentaient jusqu'à présent aucun élément datant fiable.

Mots-clés : mollusques terrestres, radiocarbone, séquences archéologiques, Sud de la France

La datation radiocarbone des mortiers de chaux : un défi à surmonter par la caractérisation !

Nicolas Herreyre, Christine Oberlin, Anne Schmitt, Lana Neoricic, Clothilde Comby-Zerbino, Vincent Motto-Ros

La datation du mortier de chaux, quoiqu'essentielle pour l'étude du bâti, reste un défi en raison de nombreuses difficultés. Aujourd'hui, la datation indirecte par radiocarbone sur charbons de bois inclus dans un mortier apparaît encore comme la méthode la plus fiable, bien que l'âge obtenu dépende beaucoup de l'origine du charbon, qui peut être source d'erreur (effet « vieux bois » par exemple). Plusieurs méthodes de datation directe du mortier sont en développement pour répondre à ce besoin.

Parmi celles-là, la datation directe de la chaux carbonatée par radiocarbone apparaît comme une approche prometteuse mais, depuis sa théorisation dans les années 60, elle est entravée par des contaminations qui faussent les résultats. Il s'agit de sources de carbone dans le mortier, principalement des carbonates de calcium qui ont un âge différent de la prise du mortier et qui peuvent être de taille micrométrique.

Malgré le développement de protocoles innovants ces dernières années, la méthode n'est pas encore fiable et il reste compliqué de s'affranchir de toutes les contaminations. La caractérisation du mortier est donc essentielle afin de les identifier et de ne collecter que le carbone du liant ayant pris lors de la construction.

Dans le cadre d'un projet sur le développement d'un nouveau protocole exploitant l'ablation laser, nous proposons ici de montrer ce que la spectroscopie micro-LIBS (méthode d'analyse élémentaire) peut apporter à la caractérisation des mortiers de chaux. Elle permet d'identifier à la fois le liant carbonaté et certains contaminants majeurs tels que les carbonates géologiques ou les cristallisations secondaires. Couplée à des méthodes complémentaires, comme la photoluminescence, cette approche doit permettre de sélectionner efficacement la chaux prise à dater.

Mots-clés : mortier, radiocarbone, caractérisation, analyse élémentaire

Datation radiocarbone de l'art pariétal au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

Nadine Tisnérat-Laborde, Héléne Valladas, François Thil, Brian Phouybanhdyt, Bernard Gély, Jacques Jaubert, Miguel Sanchez

La méthode de datation par le radiocarbone, proposée il y a plus de 90 ans par W. F. Libby, a fourni les premiers jalons de l'histoire de la chronologie de l'évolution culturelle de l'Homme et a permis de décrire son environnement au cours des 50 000 dernières années. Depuis, la recherche scientifique autour de la géochronologie et la géochimie ^{14}C ne cesse de progresser et d'innover, portée par les progrès technologiques et méthodologiques, les améliorations conceptuelles, et l'étendue des applications en sciences de la Terre, du climat, de l'environnement et en archéologie. Préciser la chronologie de l'art pariétal reste un challenge pour obtenir des dates fiables sans détériorer les œuvres peintes réalisées par l'Homme.

L'objectif de cette présentation est d'exposer les derniers développements réalisés au LSCE pour dater à partir de prélèvements non invasifs des échantillons de peintures pariétales et des traces noires à base de micro-charbons par la méthode du radiocarbone. Des exemples de dates obtenues dans deux grottes ornées françaises les grottes d'Ebbou et de Cussac et une grotte espagnole La Pileta seront présentés.

Mots-clés : radiocarbone, art pariétal

Quand il n'y a plus d'os... la datation ^{14}C des carbonates de plomb des ampoules de Grandmont (Haute-Vienne)

Lucile Beck, Nicolas Portet, Ingrid Caffy, Philippe Racinet, Erwan Nivez

Ces dernières années ont vu le développement de la datation absolue des carbonates de plomb - cérusite (PbCO_3) et hydrocérusite ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) - par la méthode du radiocarbone. Cosmétiques, pigments et peintures à base de blanc de plomb ont ainsi été datés avec succès (Beck et al., 2018- 2020 ; Hendriks et al., 2019 ; Messenger et al., 2021, 2022). La datation a été rendue possible par le mode de synthèse du blanc de plomb qui utilise du fumier de cheval comme source de CO_2 pour former les carbonates. Il a été ainsi démontré que du carbone d'origine organique marqué en ^{14}C avait été incorporé lors de cette synthèse attestée depuis le IV^e siècle avant J.-C.

Dans le cadre de l'étude présentée ici, une approche similaire a été tentée sur des carbonates de plomb formés par la corrosion in situ d'ampoules en plomb retrouvées dans des sépultures d'une zone cémétériale de l'abbaye de Grandmont. Depuis 2013, une équipe pluridisciplinaire de l'université de Picardie mène des recherches en Limousin à Saint-Sylvestre, sur le site de la maison mère de l'ordre Grandmontain. Le plomb est un matériau très utilisé dans l'architecture de l'abbatiale, notamment grâce au patronage d'Henri II Plantagenêt qui fournira une quantité importante de plomb provenant d'Angleterre dans la seconde moitié du XII^e siècle. Ce matériau est choisi dès la fondation du monastère vers 1124 pour fabriquer des ampoules à eulogie déposées au contact du corps dans les sépultures situées à l'est de l'abbatiale. Avec plus d'une quarantaine d'ampoules répertoriées à ce jour, Grandmont livre un corpus unique pour le Moyen Âge occidental. L'étude de la répartition des tombes et des cinq types d'ampoules permet en partie d'esquisser l'évolution topochronologique du cimetière aux XII^e-XIII^e siècles, malgré une mauvaise conservation des ossements humains en milieu granitique. Les carbonates de plomb prélevés lors de la restauration des ampoules constituent, pour une part importante des tombes, la seule opportunité d'obtenir une datation absolue. Quinze échantillons ont été préparés par décomposition thermique au LMC14 et mesuré sur le SMA ARTEMIS.

Quatre résultats sur carbonates de plomb offrent une remarquable identité, les dates étant toutes comprises entre 899 et 1157 AD. Quatre autres résultats groupés sont légèrement plus tardifs, entre 1043 et 1209 AD. Ces dates sont cohérentes avec celles obtenues sur les ossements de deux sépultures proches, comprises entre 1028 et 1162 AD.

Pour les autres résultats les dates sont plus tardives. Trois d'entre elles se situent au milieu du XIII^e s. (1220-1280 AD). Ces dates pourraient correspondre à une phase tardive d'utilisation du cimetière et les deux autres à des secteurs perturbés à l'époque moderne.

La cohérence des résultats obtenus à la fois sur les carbonates de plomb et les ossements suggère que la formation des carbonates de plomb est bien le produit de la corrosion du métal par une substance organique, probablement liée à la décomposition des corps. Cette hypothèse reste à démontrer mais on peut cependant avancer que les dates obtenues sur les carbonates de plomb, dans le contexte des sépultures de Grandmont, correspondent aux mois qui ont suivis l'inhumation. Ainsi, la datation ^{14}C de la corrosion du plomb donne accès à la date des sépultures et ouvre de nouvelles perspectives dans le cas où les ossements ne sont plus présents ou mal conservés.

Mots-clés : carbone 14, AMS, SMA, carbonate de plomb, Grandmont, sépultures

La datation absolue des bâtiments à poteaux plantés

Jan Vanmoerkerke

La fouille et l'étude des habitats sont confrontées quotidiennement à un problème essentiel, celui de la datation des multiples bâtiments à poteaux plantés, que ce soit des greniers ou des constructions plus importantes.

Indirectement, les grands décapages et les analyses critiques des plans ainsi obtenus ont progressivement remis en question les arguments traditionnels de la datation, notamment celle par la proximité.

Ainsi la datation par proximité, souvent appliqué sur de petites surfaces, a fait long feu dans la mesure où les grands décapages livrent de témoins de multiples époques, toujours plus ou moins proche des vestiges que l'on souhaiterait dater. Cette proximité s'avère donc au mieux indicative pour la datation.

La datation architecturale n'est pas non plus sans risques comme de multiples expériences l'ont démontré.

Pendant très longtemps, l'utilisation du mobilier présent dans les trous de poteau a souvent été accepté sans critique, mais là-aussi plusieurs études démontrent le caractère résiduel ou intrusif d'éléments épars, récupérés, sans précision, dans les fosses de creusement et les « fantômes » des poteaux.

Dans les années 90, les premières tentatives de datation radiocarbone sur des éléments provenant des trous de poteau ont été lancés et les résultats ont provoqué à la fois une remise en question de certaines datations attendues et une discussion quant à l'origine des échantillons. Dans d'autres pays européens, des approches similaires ont été développées.

Aujourd'hui il est clair qu'aucune des méthodes ne peut garantir une datation assurée (même le bois conservé d'un poteau

peut provenir d'un arbre subfossile, par ex.) et que les méthodes doivent être combinées, en acceptant que l'on ne peut obtenir que des probabilités plus ou moins hautes selon les cas.

À travers une grande série d'exemples français et européens, nous illustrons pourquoi tel ou tel argument semble plus valable pour tel ou tel bâtiment et insistons sur l'importance de la nature et de la position de l'échantillon, comme celui du mobilier, dans le trou de poteau. Nous rappelons également les doctrines existant déjà sur le sujet dans quelques pays européens.

Mots-clés : bâtiment, trou de poteau, datation, échantillons

Vieilles branches contre jeunes pousses : effet vieux bois et autres risques de la datation 14C sur charbons. Retour d'expérience du programme Petit-Saint-Bernard

Claire Delhon, Pierre-Jérôme Rey, Christine Oberlin, Lucie Martin, Stéphanie Thiébault

Entre 2003 et 2007, un vaste programme de sondages manuels a été mis en œuvre sur les deux versants du col du Petit-Saint-Bernard, entre 750 et 2700 m d'altitude. Les objectifs poursuivis étaient de documenter les premières occupations humaines autour d'un des grands passages transalpins et de recueillir des données paléo-environnementales pour préciser la dynamique sédimentaire et l'évolution du paysage. Deux interventions de l'Inrap, en 2010 et 2011, ont permis l'acquisition de données complémentaires au niveau du col.

Des prélèvements systématiques de charbons de bois ont été réalisés dans des séquences représentatives, complétés par des prélèvements plus ponctuels, mais très nombreux, dans des niveaux archéologiques, des structures de combustion, des dépôts sédimentaires à charbons de bois et des sols enfouis. Dans ce contexte montagnard où les vestiges matériels sont rares, peu bavards et la faune mal conservée, un grand nombre de datations sur charbons de bois a été réalisé, majoritairement dans le cadre du programme Artémis.

En altitude, la croissance végétale peut être très lente et les espèces longévives sont nombreuses. Le risque de dater un tissu ligneux formé bien avant l'événement que l'on cherche à caractériser, qu'il soit naturel ou anthropique, est important (effet vieux bois). Dès lors, la sélection par les archéobotanistes (anthracologue, carpologue) des restes végétaux datés au radiocarbone a été systématisée, dans le but de privilégier autant que faire se peut des essences ou des parties anatomiques à durée de vie courte.

Cette démarche présente un triple avantage : minimiser le risque d'effet vieux bois, permettre une évaluation de la pertinence des dates obtenues en regard des événements à dater et livrer des jalons biogéographiques (chaque date renvoie à une identification taxonomique). Ainsi, même les dates rejetées par l'archéologue documentent utilement l'histoire de la végétation.

Cette communication soulignera l'importance de la détermination préalable des restes à dater, l'intérêt des datations sur reste unique, en évitant les mélanges, et la pertinence de l'anthraco-analyse pour évaluer l'état des charbons (taphonomie anté-/postcombustion). Outre l'effet vieux bois, elle se penchera sur les risques liés à la combustion de bois déjà ancien (effet bois durable) et sur les problèmes liés à la présence de charbons issus de niveaux plus anciens ou plus récents (pollutions).

Mots-clés : datation 14C, anthracologie, effet vieux bois, effet bois durable, charbons hérités, histoire de la végétation, Archéologie de la montagne, Alpes

Gestion des échantillons pour datations 14C à l'Inrap : la chaîne opératoire du terrain à l'envoi en laboratoire – démarches et problèmes

Hélène Seignac, Julian Wiethold

Le recours aux datations radiocarbone par AMS se systématisent sur les opérations de diagnostics et de fouilles archéologiques à l'Inrap, recours appuyé par les demandes des agents prescripteurs. Ces analyses constituent des données scientifiques essentielles qui représentent parallèlement un budget financier annuel conséquent. Il semble nécessaire de mettre en place des protocoles rigoureux du choix de prélèvements et de traitement des échantillons qui partiront pour datation.

Les agents de la Cève, la « Cellule économie végétale et environnement de l'Inrap » de la Direction Scientifique et Technique, répartis sur le territoire national, sont les interlocuteurs principaux au sein des interrégions, pour la mise en place de la chaîne opératoire qui permettra de sélectionner des prélèvements représentatifs, non contaminés et exploitables scientifiquement. Composée de différents spécialistes en archéobotanique, la cellule Cève est aussi sollicitée par les responsables d'opération pour la sélection des échantillons (charbons de bois, graines, bois, os) avant envoi en datation et fait le lien avec les différents laboratoires de datation répondant à nos demandes.

Ce séminaire est donc l'occasion de présenter notre rôle depuis la préparation jusqu'à l'envoi des échantillons et d'échanger à propos des bons protocoles à adopter et à systématiser sur l'ensemble du territoire national.

Mots-clés : carbone 14, AMS, échantillonnage, protocole

La formation « Lire et travailler sur une (ou plusieurs) datation(s) 14C » à l'Inrap. Retours sur la genèse d'une formation, son contenu et ses objectifs

Colleter Rozenn, Maestracci Jérémy, Sanson Luc

La formation *Lire et travailler sur une (ou plusieurs) datation(s) 14C* a été élaborée puis publiée au sein du catalogue des formations interne de l'Inrap à partir de la fin d'année 2023.

Cette dernière est née de constats multiples :

- Les connaissances à propos des datations radiocarbone, notamment par les archéologues en début de carrière, sont très inégales. Les acquis théoriques doivent se confronter à la pratique du terrain et à l'expérience.
- Beaucoup d'interrogations émanent des archéologues, sur l'intégralité du processus de datation : depuis le choix de l'échantillon, l'analyse des résultats, et les interrogations qui naissent de l'observation de ces résultats (effet réservoir, vieux bois, effets de plateaux de la courbe de calibration...).
- La nécessité, pour les agents de l'Inrap, d'aboutir à un partage des résultats conforme aux standards de la discipline ; depuis la bonne inscription dans un contexte stratigraphique jusqu'à la publication dans des revues à comité de lecture par exemple, sans oublier les rapports d'opération.
- Le constat, enfin, que la grande quantité de datations entreprises « dorment » au sein des rapports d'opérations, mais sans être toujours recalibrées et réutilisées, valorisées, par la suite, dans une publication, ou un projet de recherche.

La formation a été d'emblée pensée au sein d'un système, ou plutôt d'une offre cohérente de formations, au sein du catalogue interne de l'Inrap. Elle puise ainsi en partie certains concepts abordés au sein de la formation *statistiques* (comme les écarts-type), ou engage le même type de réflexion que la donnée spatiale, abordée dans les formations *SIG*. La formation *ChronoModel*, animée par Philippe Lanos et ses collègues, demeure néanmoins la source d'inspiration principale, et l'étape suivante pour les stagiaires qui veulent découvrir l'usage des statistiques bayésiennes appliquées aux méthodes de datation en archéologie.

L'objectif est de fournir des clés aux stagiaires, via les principaux outils disponibles, qui leur permettent ensuite de lire, comprendre, interpréter et partager les résultats des datations 14C. Le dernier objectif est de sensibiliser à l'exploitation et au croisement des données chronologiques de différentes natures et leurs réutilisations a posteriori. Cela soulève évidemment la question d'un espace de stockage dédié qui puisse assurer la pérennité des résultats des datations absolues (et pas uniquement les datations 14C). Cet espace pourrait prendre la forme d'une base de données en ligne librement accessible, un serveur de la

donnée chronologique, suivant l'exemple de Caviar pour les données spatiales, et à l'accessibilité la plus large possible.

Mots-clés : datation radiocarbone, formation interne, offre pédagogique en archéologie préventive, serveur de la donnée chronologique

Du bon usage des données 14C, publication et archivage : règles, métadonnées et erreurs à éviter pour une publication rigoureuse

Christine Hatté, Michel R. Fontugne, A.J. Timothy Jull, Andrew R. Millard, Paula J. Reimer, acteurs de ECHO MICADAS

Introduite en 1949, la datation au carbone 14 (14C) s'est imposée comme un outil incontournable dans de nombreuses disciplines, notamment l'archéologie. Aujourd'hui, elle est au cœur des publications scientifiques – qu'il s'agisse de rapports, de monographies ou d'articles. Cependant, cette omniprésence s'accompagne d'un usage parfois imprécis, voire erroné, des données et des méta-données associées, compromettant la fiabilité et la lisibilité des résultats.

Dès ses débuts, la géochronologie 14C a établi des standards rigoureux pour garantir l'uniformité et la pertinence des interprétations (Olsson 1970, Stuiver & Polach 1977). Pourtant, la pratique actuelle révèle une grande hétérogénéité dans la présentation et l'archivage des résultats.

On rencontre tout autant des excès de détails inutiles et déroutants que des formulations lacunaires, souvent dépourvues des métadonnées essentielles. Ces incohérences entraînent non seulement des confusions, mais aussi des interprétations erronées, voire trompeuses.

Cette communication vise à rappeler les règles fondamentales d'un bon usage des données 14C, tant pour la publication que pour l'archivage. En mettant l'accent sur les métadonnées indispensables et leur justification, nous offrons une approche pédagogique qui permettra une appropriation durable de ces bonnes pratiques. L'objectif est de remédier aux dérives actuelles et de garantir la qualité scientifique des travaux.

Mots-clés : carbone 14, publication, archivage

Les datations radiocarbone en archéologie antillaise

Christian Stouvenot, Dominique Bonnissent

Lors du 1^{er} Congrès d'archéologie précolombienne de la Caraïbe qui s'est tenu à Fort-de-France en 1961 sont présentés les premiers résultats de datations par le radiocarbone pour des sites antillais. Plus de soixante ans plus tard, des centaines de datations radiocarbone ont été produites dans le contexte de l'archéologie antillaise. Ces datations ont été déterminantes pour l'élaboration d'un cadre chronologique des périodes précolombiennes.

La résolution temporelle demeure toutefois insuffisante pour définir précisément les modalités des migrations dans l'archipel. Les difficultés méthodologiques ne manquent pas. On mentionnera pour les datations sur coquilles marines les incertitudes sur la variation locale de l'effet réservoir. Pour les datations sur charbons se pose le problème de l'effet « vieux bois » ici particulièrement prégnant en raison du problème de l'évaluation de la longévité des essences ligneuses en contexte tropical. Pour les datations sur ossements, notamment humains, les calibrations doivent intégrer la fraction de carbone d'origine marine et dépendent du régime alimentaire de l'individu qui reste une donnée peu évaluée aux Antilles. On rencontre aussi des erreurs induites par des problèmes de stratigraphie, notamment les bioturbations post-dépositionnelles générées par les terriers des crabes terrestres.

En dépit de ces difficultés dont les chercheurs ont progressivement pris conscience, les méthodes de prélèvement, de sélection et de traitement des données se sont affinées. Ces progrès méthodologiques permettent une amélioration croissante des chronologies archéologiques, leur intégration à l'évolution des paléoenvironnements et des paléogéographies, ainsi que dans certains cas une analyse chronologique intra-site plus poussée.

Mots-clés : datation radiocarbone, archéologie précolombienne, Antilles

Dater un terroir de montagne en Cerdagne (66) : radiocarbone et OSL sur le site de Vilalta (Cerdagne, Pyrénées-Orientales). De la fouille programmée au diagnostic, du diagnostic à la fouille préventive...

Laurent Vidal, Carine Calastrenc, Olivier Passarrius, Christine Rendu

Dès les années 1970, les recherches archéologiques sur le Néolithique et la Protohistoire en Cerdagne fondent la datation des couches archéologiques sur des volants de datation par le radiocarbone (BANADORA recense pas moins de 21 datations pour l'habitat de Llo fouillé par P. Campmajo). Forte de cette expérience, à la fin des années 1980, la recherche programmée sur le fonctionnement des estives, marqués par la paucité du mobilier archéologique datant, a perpétué l'utilisation des datations absolues pour transformer une chronologie relative des occupations en une véritable histoire longue des systèmes agro-pastoraux de la montagne cerdane étendue par la suite aux Pyrénées. Dans la première décennie du XXI^e siècle, la Cerdagne ne reste pas à l'écart du développement volontariste de l'archéologie préventive. Le Service régional de l'Archéologie favorise la collaboration entre les différents acteurs de l'archéologie en Cerdagne autour de problématiques partagées, en tenant compte des spécificités des terroirs montagnards pour lesquels l'imbrication des données archéologiques et naturelles demande une lecture croisée associant archéologues et spécialistes du milieu « naturel » dès le diagnostic. Souvent, la rareté des artefacts pérennes sur de vastes espaces rend nécessaire un recours aux datations par le radiocarbone seul à même de rattacher un fait archéologique à une période précise. En 2009, le diagnostic sur l'emprise d'un projet lié à l'utilisation de l'énergie solaire à Targassonne a été réalisé conjointement par le Conseil Général des Pyrénées-Orientales et l'équipe CNRS du laboratoire Framespa (Toulouse) œuvrant sur la thématique des systèmes pastoraux montagnards. Cette opération portant sur une surface pentue de prairie ensoleillée de 10 ha, située autour de 1650 m d'altitude, a permis, en s'appuyant sur un volant de 22 datations par le radiocarbone, de reconstituer à grands traits la fabrique de cette portion du paysage s'étendant en périphérie du village médiéval déserté de Vilalta. Ainsi, les datations obtenues ont montré l'existence de plusieurs séquences de mise en valeur de la pente, parfois par des terrasses, s'étendant depuis l'âge du Bronze jusqu'aux Temps Modernes. Les données acquises ont permis la prescription d'une fouille préventive portant sur plusieurs zones prenant en compte la richesse des observations paysagères situées au croisement entre les aménagements d'un terroir et les données environnementales. Le diagnostic montrant qu'en dehors du village il y avait peu de matériel archéologique, le cahier des charges scientifiques soulignait la nécessité de réaliser des datations par le radiocarbone pour rattacher les observations à une époque précise transformant la chronologie relative en

chronologie absolue. En outre, cette étude fine d'une partie du versant proche du village abandonné devait reposer sur la nécessaire articulation avec les recherches menées dans la montagne cerdane depuis quarante ans. La fouille, confiée à l'Inrap en 2011, a engagé dix-sept datations par AMS sur des charbons de bois sélectionnés et identifiés par Isabel Figueiral, anthracologue de l'équipe de fouille. Les unités stratigraphiques en bénéficiant couvraient tout l'arc chronologique des aménagements observés. En s'appuyant sur son expérience des travaux dans la Cerdagne granitique et le contexte sédimentaire local des arènes granitiques s'y prêtant, l'équipe CNRS a proposé de mettre en œuvre les datations OSL pour les couches et les faits archéologiques ne présentant pas de fragments de charbon de bois. Avec l'accord du Service régional de l'Archéologie, une série de 10 datations par OSL a été réalisée sur 14 échantillons de départ prélevés par l'équipe de fouille. La confrontation étant récurrente dans la recherche sur les estives au problème de la datation des constructions en pierre et notamment en granit (éléments du paysage ou structures de production), un essai de datations par OSL a été engagé sur des blocs appartenant aux structures archéologiques mêmes. Hélas, après les premiers échanges, le laboratoire danois contacté n'a pas donné suite aux demandes de formalisation de la collaboration sous forme de prestation ou autre conventionnement : la tentative n'a donc pas abouti.

Quoiqu'il en soit, les 49 dates absolues obtenues lors du diagnostic ou de la fouille autour du village médiéval déserté de Vilalta ont permis de préciser l'histoire d'une partie du versant allant des occupations dans le cours du III^e millénaire avant notre ère jusqu'à la création de terrasses agricoles bien après l'abandon du village.

Ce résultat obtenu pour l'archéologie rurale montagnarde par l'archéologie préventive ne doit son existence en définitive qu'à une culture préexistante de l'utilisation des datations physiques dans des contextes où la rareté du matériel archéologique caractéristique est contre balancé par l'abondance des structures archéologiques. Sans datation de ces dernières, le diagnostic ne permettrait pas l'établissement d'une prescription de fouille préventive.

Mots-clés : Cerdagne, montagne, pastoralisme, datation radiocarbone, datation OSL, fouille programmée, diagnostic, fouille préventive, construction du paysage, archéologie rurale, Néolithique, âge du Bronze, Moyen Âge, Époque Moderne, village déserté, Vilalta

Comparaison des variations spatio-temporelles des systèmes hydrauliques rhodaniens par traitements statistiques de données radiocarbone

Jean-Francois Berger, Philippe Lanos et collaborateurs

Les traitements statistiques de données radiocarbone ont révolutionné les approches quantitatives en archéologie depuis une vingtaine d'années et donné lieu à de nombreuses études sur les variations du peuplement ancien (Shennan 2018, Timpson et al. 2014, Crema et al. 2016, Berger et al. 2019, Palmisano et al. 2023). Elles ont également été utilisées pour la restitution des dynamiques paléohydrologiques (lacs, fleuves) (Johnstone et al. 2006, Macklin et al. 2010, Magny 2004, Berger et Brochier sous presse).

L'étude géoarchéologique de nombreux réseaux hydrauliques de la vallée du Rhône (analyse des similitudes), effectuées depuis trente ans dans le cadre d'opérations d'archéologie préventive (TGV Méditerranée, gravières et larges diagnostics), de projets collectifs de recherche (PCR, ANR, fouilles programmées...) et des programmations annuelles d'Artemis-CNRS, a permis de constituer une métadonnée de dates radiocarbone et/ou chronoculturelles (plusieurs centaines). Leur intercalation régulière dans les archives agraires étudiées, la cohérence des séries radiocarbone stratifiées, garantissent dans la plupart des cas un contexte chronostratigraphique robuste et leur bonne représentativité spatio-temporelle. Elles permettent d'envisager une approche quantitative des séries de dates accumulées, préalablement testée par J.-F. Berger (2015).

Les études quantitatives académiques déjà publiées se fondent sur l'analyse des variations de densités de dates, appelée CPDF (*Cumulative probability density function*) ou SPD (*Sum of Probability Distributions*), dont les limites statistiques ont été récemment discutées (Timpson et al. 2014, Crema et al. 2017, Ward et Larcombe 2021). Elles sont nommées « courbes d'activité » dans une nouvelle fonctionnalité de ChronoModel version 3.2.3., et permettent non seulement le calcul de la CPDF (comme dans les applications *OxCal* ou *RCarbon*), mais aussi de déterminer une enveloppe d'erreur (à 95%) qui tient compte du nombre de dates impliquées dans le calcul ainsi que des incertitudes associées à ces dates. Elles proposent également un score de signification déterminé par le lissage de la courbe d'activité qui maximise l'écart à l'hypothèse alternative d'une distribution au hasard uniforme des dates (autrement dit les pics et les creux seraient non significatifs).

Les bases de données utilisées nécessitent une analyse contextuelle et critique des données en amont : des types de matériaux datés tout d'abord (tourbe, bulk, effet vieux bois, effets réservoir locaux...), des contextes d'échantillonnage qui doivent reposer sur une parfaite maîtrise initiale des chronostratigraphies (perturbations anthropiques par re-curages multiples, déstockages sédimentaires par sapes répétées des parois de fossés/canaux en amont, bioturbations diverses...) et de la formation des assemblages de vestiges organiques datés (lits, lentilles charbonneuses, charbon/

graine dispersée...). Notre base de données inédite a donc fait l'objet d'une sélection critique, puis d'une mise en forme pour les besoins des traitements statistiques sous *ChronoModel*.

La courbe d'activité des systèmes hydrauliques montre des oscillations aux échelles pluri-séculaires très significatives à partir du second âge du Fer. Nous discuterons des résultats à l'échelle régionale (le nord de la province de Narbonnaise pour la période antique), puis des comparaisons entre les 2 principales zones d'étude, distantes de 200km, situées dans des environnements bioclimatiques différents (Nord Dauphiné-haut Rhône et Tricastin-Valdaine), afin d'analyser les principales tendances évolutives des systèmes agraires depuis la période gauloise. Nous comparerons enfin les courbes CPDF obtenues avec celles des dynamiques du peuplement, de l'activité paléohydrologique et des tendances paléoenvironnementales régionales, afin de proposer des hypothèses sur les causalités de la trajectoire des systèmes agraires et de façon plus large des systèmes socio-environnementaux rhodaniens.

Mots-clés : bassin du Rhône, systèmes hydrauliques, histoire agraire, formalisation/gestion de BD, variations de densités de dates 14C

Bilan de l'utilisation du programme ARTEMIS dans le domaine de l'archéologie en France

Murielle Leroy, Arnaud Blin, Christine Oberlin, Christophe Tufféry, Cyrille Billard, Geneviève Pinçon

Depuis 2007, le dispositif ARTEMIS (Accélérateur pour la Recherche en Sciences de la Terre, Environnement, Muséologie) a permis de produire environ 11 000 datations par carbone 14 pour des opérations d'archéologie en France et à l'étranger, en s'appuyant sur le spectromètre de masse installé, depuis 2004, dans les locaux du Laboratoire de Mesure par Carbone 14 (LMC14) à Saclay. Le recours à ce dispositif s'appuie sur une convention entre six partenaires : le ministère de la Culture, le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.

Le ministère de la Culture dispose d'un droit de rage qui s'élève de 560 à 820 dates effectuées. Les dates sont destinées à répondre à des problématiques archéologiques (études paléo-environnementales, élaboration de grandes séries chronologiques interrégionales, démarches méthodologiques (référentiels dendrochronologiques, étude de la biocorrosion dans les grottes ornées...) ainsi qu'à l'étude de biens culturels mobiliers, conservés dans les musées, par le C2RMF. Par ailleurs, depuis quelques années, on constate le développement d'approches croisées avec d'autres types d'analyses (paléogénétiques, isotopiques) ainsi que de nouvelles approches archéologiques (sites littoraux et de milieu montagnard exposés au changement climatique, archéologie du bâti, reprise des découvertes anciennes dans les CCE...).

Cette communication vise à préciser les bénéfices de ce dispositif pour la recherche archéologique, mais aussi d'en mesurer les conséquences sur les pratiques d'exploitation scientifique de la méthode de datation AMS.

Mots-clés : Carbone 14, spectromètre de masse, partenariat, ARTEMIS

BANADORA, des années 1990 à aujourd'hui

Bertrand David-Jacquot, Christine Oberlin

Dans les années 1990, le Centre de Datation RadioCarbone (C14) a initié une base de données des datations C14 réalisées pour rendre accessibles ces datations au plus grand nombre. Les datations via accélérateur (AMS), sont ensuite arrivées.

Aujourd'hui, ce sont plus de 42 300 datations qui sont répertoriées dans BANADORA, bases de données en complète refonte, en même temps que le Système d'Information du C14 servant à la soumission des demandes, à leur suivi, jusqu'à la publication des résultats.

Mots-clés : datation radiocarbone, C14, base de données, FAIR, API REST, système d'informations

Les bases de données de datations radiocarbone : données massives ou données critiques ?

Thomas Perrin, Claire Manen, Vincent Ard

L'usage des datations absolues et en particulier de celles obtenues par la méthode du radiocarbone est devenu de plus en plus courant au fil du temps pour devenir aujourd'hui un outil indispensable, quasiment de routine (à son coût près !) pour certaines périodes, telle la Préhistoire récente. Le nombre sans cesse croissant de mesures effectuées, l'effort collectif porté sur la qualité et le contexte des échantillons datés ainsi que la dissémination d'outils et de logiciels de traitement statistique de ces mesures permettent aujourd'hui d'analyser conjointement un nombre conséquent de datations pour produire des synthèses chronoculturelles à plus ou moins grande échelle, établir les dynamiques de processus variés, etc.

Depuis quelques années, deux tendances semblent se dessiner dans ce traitement « massif » de datations radiocarbone. L'une consiste à moissonner le plus largement possible toutes les mesures disponibles dans l'aire géographique concernée ou la période à analyser puis à les traiter notamment par le biais des summed probability distributions (SPD). Fortement mobilisée dans le monde anglo-saxon, mais très discutée, cette méthode repose sur le principe que la masse des données mobilisées peut en compenser la qualité souvent très inégale. De nombreuses bases de données, régionales et/ou thématiques, ont été créées pour alimenter ces modèles. Une seconde tendance postule, au contraire, que la qualité des dates mobilisées doit primer sur leur nombre, puisque la majorité des mesures disponibles à ce jour ne peuvent être considérées comme suffisamment fiables. Les synthèses réalisées selon cette approche reposent sur des modèles bayésiens fondés sur les observations de terrain, impliquant ainsi une approche archéologique des données disponibles et non pas seulement purement statistique. Les bases de données à l'appui de ces démarches intègrent ainsi une évaluation critique individuelle de chacune des dates disponibles.

Cette communication s'attachera à montrer tout l'intérêt de cette seconde méthode qui, au contraire de la première, met la compréhension archéologique des échantillons, des mesures et des analyses réalisées au premier plan. Ces exemples s'appuieront sur la base de données BDA (Base de données archéologiques) qui intègre une telle approche critique et qui, en tant que base libre et collaborative, permet à chacun-e de contribuer à l'amélioration des recherches archéologiques.

Mots-clés : bases de données, modélisation, fiabilité, radiocarbone, collaboratif, science ouverte

- 2 -

**Datation isotopique : Uranium-
Thorium, Argon-Argon**

Datation par résonance de spin électronique et résonance de spin électronique/uranium-thorium : principes d'application et modalités de prélèvements

Jean-Jacques Bahain, Pierre Voinchet, Olivier Tombret, Christophe Falguères

La méthode de datation par résonance de spin électronique (ESR) est, tout comme les méthodes basées sur la luminescence, une méthode paléodosimétrique, c'est-à-dire utilisant l'échantillon comme un dosimètre naturel ayant enregistré la dose totale de radiations naturelles à laquelle il a été soumis depuis l'évènement que l'on cherche à dater. L'irradiation entraîne en effet le piégeage au cours du temps d'une partie des électrons libérés par ionisation dans des défauts pré-existants du système cristallin des minéraux, le nombre total d'électrons piégés étant proportionnel à la dose totale de radiations reçue par l'échantillon, appelée paléodose, à la dose naturelle de radiations reçue par l'échantillon au cours d'une année, ou dose annuelle, et à la durée de l'irradiation, c'est-à-dire ici l'âge recherché. À la différence des méthodes de datation basées directement sur un phénomène de désintégration radioactive (par exemple, ^{14}C , $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$), l'application des méthodes paléodosimétriques (OSL, TL, ESR) requiert l'acquisition de données provenant non seulement de l'échantillon, mais également de son environnement proche.

Depuis une trentaine d'années, deux supports fréquemment rencontrés dans les séquences pléistocènes, les dents d'herbivore et les grains de quartz, sont privilégiés pour les études géochronologiques et l'ESR est classiquement utilisée pour préciser la chronologie des occupations paléolithiques et des séquences sédimentaires les renfermant. La datation de grains de quartz blanchis extraits de sédiment permet alors d'obtenir l'âge du dernier dépôt après exposition des grains de quartz à la lumière du soleil tandis que c'est la date de la mort de l'animal qui est estimée lors de la datation d'émail dentaire, l'incorporation post-mortem d'uranium dans les tissus dentaires nécessitant alors de modéliser la cinétique d'incorporation de cet élément dans chacun d'entre eux en combinant données ESR et uranium-thorium (ESR/U-Th).

L'ESR et l'ESR/U-Th ont ainsi été appliqués avec succès durant les 30 dernières années. L'application de ces méthodes est cependant fortement dépendante du contexte géologique et géomorphologique et de la qualité du matériel prélevé. Par conséquent, une bonne stratégie de prélèvement est cruciale pour obtenir des âges ESR et ESR/U-Th fiables, en particulier en contexte d'archéologie préventive qui interdit fréquemment de pouvoir intervenir a posteriori sur le site.

Mots-clés : ESR, datation paléodosimétrique, uranium-thorium

Apports de la datation absolue $^{230}\text{Th}/\text{U}$ des concrétions carbonatées à la compréhension des systèmes hydrologiques des sociétés anciennes. Exemples de la cité romaine d'Aix-en-Provence et du bassin du Haut-Argens (Var)

Christelle Claude, Hélène Bruneton, Doriane Delanghe, Abel Guihou, Lionel Marié, Olivier Sivan

Par le passé, les sociétés humaines du pourtour méditerranéen ont développé des stratégies afin de gérer les extrêmes hydrologiques nuisibles à leur développement, que ce soit lors de périodes très humides (par le drainage des surfaces pour l'agriculture) ou de sécheresse (par la construction d'aqueducs pour aller capter d'importantes sources). Aujourd'hui dans un contexte de réchauffement climatique caractérisé par une augmentation de la fréquence des événements extrêmes, la connaissance de cette gestion passée peut être très utile.

Lors de cette étude nous développons une approche diachronique interdisciplinaire couplant archéologie, géomorphologie et géochimie isotopique sur des concrétions carbonatées qui sont les témoins de l'histoire de l'eau, que ce soit dans des systèmes lacustres (craies), des rivières (tufs) ou des ouvrages hydrauliques (aqueducs). Ces objets étant difficilement datables au ^{14}C , nous développons une méthode de datation absolue basée sur la désintégration radioactive de l'uranium ($^{230}\text{Th}/\text{U}$). Nos résultats montrent que la datation $^{230}\text{Th}/\text{U}$ est un outil indispensable pour la compréhension du fonctionnement des ouvrages hydrauliques, mais également des aménagements le long des cours d'eau.

Nous présenterons nos travaux sur une importante cité romaine de la Narbonaise, Aix-en-Provence, avec un focus particulier sur le système hydrologique du Haut-Argens (Var), exceptionnel par sa richesse en tufs.

Mots-clés : uranium-thorium, ouvrages hydrauliques

Nouvelles avancées en téphrochronologie (40Ar/39Ar) et traçage géochimique pour la datation de sites archéologiques

Sébastien Nomade, Alison Pereira

La méthode 40Ar/39Ar sur monocristal est une technique communément utilisée pour dater des sites archéologiques depuis le l'âge du Bronze jusqu'au Miocène supérieur. Les récentes avancées technologiques permettent aujourd'hui de dater avec plus de précision et d'exactitude des feldspaths de plus en plus petits et de plus en plus jeunes. De plus, depuis environ 10 ans, plusieurs laboratoires à travers le monde ont également développé de manière conjointe à la méthode 40Ar/39Ar des techniques d'identification et de caractérisation géochimique (empreinte chimique) de verres volcaniques de taille parfois inférieure à 15 microns (cryptotéphras). Ces verres, dont la signature géochimique est propre à chaque éruption, permettent après leur caractérisation par ablation laser couplée à un spectromètre de masse (LA-ICPMS), la datation de dépôts sédimentaires lorsque la source des verres est datée par 40Ar/39Ar.

Au cours de cette présentation, nous illustrerons à l'aide de quelques exemples l'utilisation des téphras mais aussi les efforts actuels en cryptotéphrochronologie comme outils de datation en archéologie. Nous insisterons sur la nécessité pour la communauté française d'investir et d'utiliser ces développements technologiques.

Mots-clés : téphrochronologie

Les méthodes de l'Argon-Argon et de corrélation stratigraphique séquentielle au service de la datation des plus anciens fossiles de la lignée humaine et des premiers outils lithiques du Pliocène (Bassin du Turkana, Rift est-africain)

Xavier Boës, Vincent Arrighi, Candice Rey, Brilliant Mwendwa, Sonia Harmand

Dans le rift est-africain, les formations sédimentaires plio-quaternaires du Bassin du Turkana (Kenya, Ethiopie) fournissent l'un des registres fossiles le plus ancien et le plus complet de la lignée humaine (*Australopithecus anamensis*, 4,30–4,10 Ma ; *Kenyanthropus platyops*, 3,50–3,20 Ma ; *Paranthropus aethiopicus*, 2,53–2,45 Ma ; *early Homo*, 2,33 Ma ; *Paranthropus boisei*, 2,25–1,72 Ma ; *Homo ergaster/Homo erectus*, 1,75 Ma–0,90 Ma). Les sédiments stratifiés de cette région (plus de 700 m de dépôts cumulés constituant l'Omo Group) livrent également le plus ancien et le plus long enregistrement de sites archéologiques au monde, avec des cultures lithiques qui remontent à 3,3 Ma (Lomekwien), 2,34 Ma (Oldowayen), 1,76 Ma (Acheuléen) et 0,75 Ma (Levallois). L'importance de ces découvertes pour la Préhistoire est en partie due au fait qu'on a pu leur attribuer un âge.

Au cours de cette communication, nous présenterons comment, depuis plus de 40 ans, la datation des dépôts volcaniques en laboratoire et les corrélations stratigraphiques sur le terrain permettent de dater les sites préhistoriques très anciens du Bassin du Turkana. La datation de nouvelles découvertes qui font remonter le début de la Préhistoire au Pliocène sera montrée en exemple.

Mots-clés : datation absolue, stratigraphie, Paléolithique inférieur, hominines, premières cultures, Afrique

- 3 -

Datation par luminescence (TL/OSL)

Le cas des méthodes paléodosimétriques

Norbert Mercier

Les méthodes paléodosimétriques, reposant sur la mesure de doses de radiation, sont aujourd'hui largement utilisées à des fins chronologiques en complément du radiocarbone.

S'appliquant à divers matériaux généralement présents, voire abondants, sur les sites archéologiques (silex chauffés, minéraux en grains extraits des sédiments ou de structures bâties, dents fossiles...), ces méthodes présentent une diversité liée, en partie, aux caractéristiques de ces matériaux, mais pour autant, elles partagent un fond commun.

Dans cette présentation, nous expliciterons ces différences et ces similitudes, aborderons les bonnes pratiques d'échantillonnage et de mesure *in-situ* nécessaires à l'obtention de résultats justes et précis, et discuterons des possibilités existantes pour que ces objectifs soient atteints dans le contexte d'interventions de terrain contraintes.

Mots-clés : datation paléodosimétrique, échantillonnage

La datation par luminescence au C2RMF et l'archéologie

Antoine Zink, Elisa Porto

Depuis 1974, le département Recherche du Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (anciennement Laboratoire de Recherche des Musées de France) abrite une unité de datation par luminescence intégrée aujourd'hui au groupe Datation comprenant aussi un laboratoire de radiocarbone et un d'archéodendrométrie. Elle développe les méthodes de datation par luminescence (thermoluminescence et luminescence stimulée optiquement) aux objets du patrimoine culturel, notamment ceux des collections publiques des musées français. Nous intervenons donc essentiellement sur des objets issus d'anciennes fouilles en l'absence de contexte connu, ce qui nous conduit à faire un certain nombre d'hypothèses sur l'impact de l'environnement, engendrant une imprécision dans le résultat.

La possibilité d'intervenir sur des sites archéologiques nous permet de mieux appréhender l'évolution spatiale et, dans une certaine mesure, temporelle du milieu, ou d'étudier des milieux atypiques comme le lit d'une rivière et, ainsi de mieux contraindre nos hypothèses sur la dosimétrie environnementale. C'est aussi l'occasion d'aborder de nouvelles problématiques, comme la datation des briques crues (Comment les dater ? Que date-t-on ? Y a-t-il des contextes favorables ?) ou de s'intéresser à la stratégie d'échantillonnage et d'analyse dans le cas de sites stratifiés (datation des objets mobiliers et datation des contextes, quel traitement statistique pour évaluer la durée de vie des objets ?).

Mots-clés : datation par luminescence, contexte archéologique, échantillonnage

Les datations absolues par thermoluminescence : quelques questions archéologiques

Jean-Paul Demoule

Mise au point à la fin des années 1960, la datation absolue par thermoluminescence ne s'est que partiellement imposée en archéologie. Les différents paramètres à maîtriser (rayonnements locaux, type de cuisson, etc.) peuvent en effet être complexes.

Si la datation de foyers paléolithiques ne pose guère de problème dans la mesure où une certaine marge d'erreur est admissible pour des périodes très anciennes, la méthode est en revanche peu utilisée de manière courante pour dater des poteries à partir du Néolithique. Elle l'est en revanche pour démasquer les faux, notamment dans le domaine de l'archéologie précolombienne.

On tâchera de faire le point sur l'utilisation et les questions touchant à cette méthode vieille maintenant de plus d'un demi-siècle.

Mots-clés : thermoluminescence, archéologie

- 4 -

Archéomagnétisme

La datation archéomagnétique à l'Institut de physique du globe de Paris et au laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale : méthodes et applications

Yves Gallet, Agnès Genevey et Maxime Le Goff

L'institut de physique du globe de Paris mène des recherches en archéomagnétisme depuis près de 90 ans. Des méthodes spécifiques ont été développées pour acquérir de nouvelles données, construire des courbes de variation séculaire et pour utiliser ces courbes à des fins de datation.

Ce séminaire nous donne l'occasion d'illustrer nos recherches, à la fois sur les directions et les intensités du champ géomagnétique en France au travers des derniers millénaires et leur application à la datation de structures pas ou mal datées.

Pour la partie portant sur les directions archéomagnétiques, le laboratoire est installé depuis cinq ans au sein de l'observatoire magnétique national à Chambon la Forêt. Nous présenterons des développements expérimentaux et instrumentaux en cours pour consolider nos capacités de mesures et qui permettront à terme d'ouvrir davantage notre laboratoire aux archéologues.

Mots-clés : archéomagnétisme, variation séculaire, datation

Les référentiels de variation séculaire du champ magnétique terrestre en Europe occidentale : avancées récentes et perspectives en datation archéomagnétique

Gwenaël Hervé

La datation archéomagnétique repose sur des courbes de référence définies à l'échelle macro-régionale (zone d'au maximum 2000 km de diamètre). Ces courbes de variation séculaire du champ magnétique terrestre, en évolution constante, sont construites à partir de données de référence datées par des méthodes indépendantes rigoureusement sélectionnées.

Cette communication fera d'abord le point sur les améliorations des référentiels au cours de la dernière décennie en Europe occidentale grâce aux travaux des différents laboratoires français. Les courbes de la direction et de l'intensité du champ géomagnétique couvrent désormais les 3000-3500 dernières années. Les avancées les plus importantes concernent l'intensité et il est désormais envisageable d'utiliser ce paramètre en datation, en complément de la direction sur des structures de combustion, voire même seul sur des terres cuites déplacées (céramiques, terres cuites architecturales) aux périodes de forte variation.

En direction, on peut noter l'amélioration de la précision des courbes au premier millénaire av. J.-C. La forte variation séculaire du champ géomagnétique observée à cette période offre une alternative à l'effet de plateau du radiocarbone au Premier âge du Fer. Une perspective de recherche est l'extension des référentiels jusqu'au début du Néolithique comme en Europe balkanique où les courbes couvrent l'ensemble des huit derniers millénaires.

Mots-clés : archéomagnétisme, référentiel

Datation archéomagnétique de structures de combustion en argile cuites néolithiques

Romain Bussone

La méthode de datation archéomagnétique appliquée aux structures de combustion est susceptible de fournir des âges chronométriques des dernières chauffes de ces vestiges. Bien que cet outil offre aujourd'hui la possibilité de dépasser en résolution chronologique les âges radiocarbone affectés par le plateau de l'âge du Fer, il reste encore peu déployé pour les périodes plus anciennes. Et pour cause, il manque des données pour le Néolithique et l'âge du Bronze ancien en France afin de construire de solides référentiels. Aussi, il est nécessaire de construire des courbes régionales de la variation séculaire des éléments du champ magnétique terrestre pour calibrer les données magnétiques obtenues par l'analyse de fours et foyers de ces périodes.

Dans le cadre d'une thèse, l'application de la méthode sur les creusements par le feu d'une mine néolithique a nécessité la mise en place d'une courbe directionnelle régionale pour le Sud-Est de la France. Il s'agit d'une ébauche de référentiel qui repose sur deux types de données : un corpus de données archéomagnétiques qui ne couvrent pas suffisamment à elles seules la période étudiée ; et des données paléomagnétiques pour guider la construction de la courbe en attendant de combler les lacunes. Les courbes directionnelles obtenues pour le Néolithique et l'âge du Bronze ancien traduisent d'importantes variations séculaires, propices à l'obtention d'âges à haute résolution chronologique.

Ces courbes de calibration archéomagnétiques illustrent tout l'intérêt de cette méthode de datation. En effet, elle permet d'obtenir des âges à faible intervalle chronologique sur des périodes affectées par des plateaux radiocarbone, notamment au cours du IV^e millénaire BCE et du II^e millénaire BCE.

Plusieurs structures en terre cuite de sites du sud de la France, issues de fouilles programmées, comme de fouilles préventives (Pierrevert, Alpes-de-Hautes-Provence) ont été prélevées et nécessitent aujourd'hui d'être étudiées. Un âge pourra être proposé pour ces structures sur la base de l'ébauche de la courbe régionale construite dans le cadre de la thèse. Mais surtout, ces données archéomagnétiques enrichies du contexte archéologique et d'autres datations chronométriques de ces sites, alimenteront les référentiels pour la construction d'une courbe régionale robuste pour le Néolithique et l'âge du Bronze en France.

Mots-clés : archéomagnétisme, argiles cuites, Néolithique, âge du Bronze, courbes directionnelles régionales

Le recours à la datation archéomagnétique à grande échelle dans l'étude des fours culinaires du haut Moyen Âge : exemples d'applications menées au sein de sites ruraux franciliens et normands

Nicolas Warmé, Yves Gallet, Gaétan Gouérou

Le four culinaire directement creusé en sape dans le substrat limoneux est une structure récurrente des habitats ruraux du haut Moyen Âge de la moitié nord de la France. On le trouve non seulement en grand nombre mais également à toutes les phases d'occupation des sites.

Dès lors de nombreuses questions ont été soulevées et notamment sur son statut au sein de l'habitat (four à usage privé au sein d'unités familiales ou bien collectif), sa répartition (liens avec l'habitat, présence ou non d'aires spécifiques) et son évolution. De façon plus large, il constitue un élément clef dans la compréhension de la structuration de l'habitat et son évolution.

La difficulté majeure pour tenter de répondre à ces questions est la datation de ces structures qui, d'un point de vue technologique et morphologique, évoluent peu et qui ne présentent que peu de mobiliers permettant de les dater précisément.

Cette difficulté a pu être en partie levée grâce au recours à la méthode de datation par archéomagnétisme. Cette méthode, appliquée dans ce cas sur la sole des fours, permet de dater la dernière utilisation de la structure. Outre l'intérêt d'une datation ponctuelle, cette démarche, lorsqu'elle est systématisée à l'échelle d'un site, permet d'obtenir des informations à la fois sur la structure elle-même, sur son organisation et son évolution au sein de l'habitat. Pour illustrer notre propos, nous présenterons des études archéomagnétiques réalisées à grande échelle sur des sites ruraux franciliens et normands.

Mots-clés : datation archéomagnétique, four culinaire du haut Moyen Âge, études à grande échelle

Archéomagnétisme des terres cuites architecturales : nouvelles approches statistiques

Théo Dubroca, Philippe Lanos, Gwenaël Hervé

Développée au milieu du XX^e siècle par E. Thellier, l'archéomagnétisme est une méthode de datation chronométrique reposant sur l'enregistrement du champ magnétique terrestre (CMT) ambiant par les terres cuites au moment de leur cuisson. Les terres cuites architecturales (TCA) sont des éléments très intéressants à étudier par l'archéomagnétisme puisque cette méthode peut permettre, lorsqu'elle s'insère dans une étude archéologique complète, de remonter à l'histoire de la construction d'un bâtiment allant de sa première édification à l'identification d'éventuels remplois. D'un point de vue pratique, seule l'intensité F du CMT enregistré nous est accessible dans les terres cuites architecturales puisque l'accès à la direction du champ n'est permis que si l'on connaît la position de cuisson. Cependant, si l'on dispose d'un nombre d'échantillons important et si l'on suppose que les objets sont cuits sur une de leurs faces planes sur la sole du four, alors il nous est possible de remonter à la position de cuisson initiale et donc à l'inclinaison du champ magnétique enregistré. De plus, disposer de la position de cuisson permet d'obtenir des informations sur les modes de rangements des terres cuites architecturales dans les fours et donc d'accéder au savoir-faire des briquetiers et des tuiliers.

Cependant, les chargements des fours reposent parfois sur des soles inclinées, on parle de phénomène de pente, ou bien les matériaux eux-mêmes sont penchés, c'est ce que l'on appelle le pendage. Dans les deux cas, il est nécessaire de corriger l'inclinaison déterminée par des rotations afin de se replacer dans l'hypothèse de parallélisme entre la sole et la face de l'objet. Les angles de pente et/ou de pendage peuvent être détectés par des approches statistiques nécessitant de grands échantillonnages. Une nouvelle méthode de détermination et de correction de pendage a été développée au cours d'une thèse et c'est ce que nous allons présenter à travers ce poster. Des briques issues d'une fortification de la ville d'Albi serviront d'exemple témoin d'un chargement dénué de pendage tandis qu'un lot de briques provenant du pont-aqueduc d'Ansignan permettront d'illustrer la méthode statistique employée pour déterminer l'angle de pendage.

Mots-clés : archéomagnétisme, TCA, archéologie, statistique, datation

- 5 -
Dendrochronologie

GROOT : un projet de base de données et outil de calcul en dendroarchéologie

François Blondel, Alba Ferreira Domínguez, Olivier Girardclos, Vincent Labbas, Benjamin Lambert, Sylvain Meignier, Lisa Shindo

L'atelier GROOT (GROUping research On Tree-rings database) du GDR CNRS Bioarcheodat a pour objectif de fédérer les dendrochronologues francophones afin de sauvegarder, partager et valoriser les données dendrochronologiques mais aussi de créer de nouveaux outils de recherche collaboratif. Ces outils prendront la forme d'une base de données et d'un logiciel de calcul commun.

Le premier domaine d'application est l'archéologie, notamment avec la création d'une interface présentant les métadonnées dendrochronologiques : site, lieux, type de construction, dates d'abattage, lien bibliographique, etc. Des transferts vers les disciplines de la climatologie, de l'écologie et des paléoenvironnements sont également prévues.

La pérennité, l'échange et l'accès à des données dendrochronologiques sécurisées est un enjeu pour la communauté scientifique. Dans cette optique, la future base de données *Deep in Heritage*, développée et hébergée en Belgique, sera disponible en ligne. Elle permettra de déposer des données, d'effectuer des requêtes sur des données spatialisées et contextualisées et de les télécharger en fonction des accès permis par les laboratoires partenaires. En outre, cette plateforme permettra également la conservation des largeurs de cernes (données brutes) et des métadonnées.

En parallèle, un nouveau logiciel en ligne pour la datation arrive en phase de test après six mois de développement à l'Université du Mans. Ce logiciel, *pyDendron*, est une fusion de *Sylphe* et de *Dendron-IV*, deux anciens logiciels développés au laboratoire Chrono-environnement (CNRS, Besançon). L'objectif à court terme est de pérenniser et d'améliorer des outils vieillissants (plus de 25 ans pour *Sylphe*) mais indispensables au quotidien pour la majorité des dendrochronologues francophones. En proposant un logiciel open source et gratuit, nous espérons faciliter les échanges et les discussions concernant les méthodologies de datation.

À terme, l'objectif est d'interconnecter la base de données et le logiciel afin de proposer un écosystème cohérent capable d'accroître les capacités analytiques en dendrochronologie, le partage des données et leur visibilité.

La mise en place de ces outils se fait progressivement ; des échanges réguliers permettent de vérifier l'avancement et l'interopérabilité de nos travaux.

Mots-clés : datation par dendrochronologie, bases de données, FAIRisation, bancarisation

Datation dendrochronologique, regards croisés avec l'archéologue. Du prélèvement à l'interprétation. Exemple d'un ensemble de maisons du Moyen Âge à Grasse (06)

Stéphanie Wicha, Nathalie Nicolas-Girardot

Dans le centre ancien de la ville de Grasse, un grand projet de réhabilitation de l'habitat s'est accompagné de fouilles préventives offrant ainsi une opportunité rare d'analyser l'évolution des maisons urbaines depuis le Moyen Âge. Rapidement, dans un contexte contraint par des activités diverses, une population fluctuante au cours du temps et une probable économie de matériau impactant profondément la structure de ces maisons, la complexité d'une telle étude s'est imposée.

Dans une telle situation, le dialogue entre l'archéologue spécialiste du bâti et le dendrochronologue est impératif pour tenter de répondre notamment à la question suivante : « qu'est-ce que l'on date ? ». Cette question permet d'orienter l'échantillonnage qui est une étape clé de ce type d'étude. Il convient alors de systématiser les prélèvements sur tous les bois d'œuvre, poutres, solives, cloisons.

En effet, au sein de ce type de bâti médiéval les bois utilisés ne sont pas toujours de première qualité. Si ces constructions, essentiellement en chêne, présentent de nombreuses pièces de bois issues d'individus pluri centenaires, plus de la moitié des pièces présentent moins de 50 cernes ou sont composées d'une autre essence, et donc impropres à une datation dendrochronologique.

Enfin, dans une région où aucun référentiel de datation pour le chêne n'existait, cette étude d'envergure a permis la création d'un premier référentiel « chêne » pour la région sud-est.

Mots-clés : dendrochronologie, datation absolue et relative, réemploi, bois d'œuvre, Moyen Âge, France

- 6 -

**Méthodes croisées et
pluridisciplinarité**

Quel échantillon pour quel objectif ? De l'importance de la pluridisciplinarité en amont des prélèvements

Christine Hatté, A.J. Timothy Jull, acteurs d'ECHoMICADAS

Dans le contexte de l'établissement des chronologies en archéologie, notamment par la méthode du radiocarbone (14C), le choix d'un échantillon approprié est essentiel pour garantir la fiabilité des résultats. Cette communication souligne l'importance d'une approche pluridisciplinaire en amont des prélèvements, mettant en lumière comment la collaboration entre spécialistes de différentes disciplines permet de mieux définir les objectifs de datation et de sélectionner les échantillons les plus pertinents.

Cette communication s'articule autour de conseils pour la sélection des macrorestes végétaux et des artefacts archéologiques, en fonction de différents contextes géologiques, sédimentaires et biologiques. Sont passés en revue les principaux types de résidus végétaux, ossements et céramiques. Elle signale les pièges les plus courants, tels que « effet vieux bois », « effet canopée », « âge réservoir en eau douce », « effet eau dure », turnover des cellules, bioturbation, ...

L'intérêt du *wiggle-matching* pour la datation des artefacts en bois est également souligné. Enfin, la communication propose quelques rappels et suggestions concernant le stockage et la préparation chimique des macrorestes, afin de garantir la qualité des résultats.

Mots-clés : pluridisciplinarité, échantillonnage

Comparaison entre les datations ^{14}C et U/Th sur les dents et les os : méthodologie et applications

Joséphine Gigon, Maren Pauly, Arash Sharifi

Les datations radiocarbone (^{14}C) et Uranium-Thorium (U/Th) sont parmi les méthodes les plus fréquemment employées pour dater les os et les dents en archéologie et paléontologie. Chacune offre des données uniques sur l'époque et les conditions environnementales. Cependant, leurs applications, précisions, et limitations varient en fonction du type d'échantillon, des conditions de préservation, et de la période d'intérêt.

Les deux méthodes possèdent des principes, des domaines d'application, et des contraintes propres : la datation radiocarbone s'applique à du matériel organique jusqu'à environ 43 500 ans, mais présente des défis de contamination et d'altération diagénétique, particulièrement pour les os. La datation U/Th peut dater des événements plus vieux (jusqu'à 500 000 ans) et est souvent appliquée à des tissus fossiles et minéralisés comme les dents. Mais cette technique est sensible à l'incorporation d'uranium qui peut introduire des incertitudes.

Grâce à des études de cas, nous présenterons comment chaque méthode a permis de dater des restes humains et animaux, en précisant les avantages de combiner les deux méthodes afin d'obtenir un cadre chronologique plus robuste. Nous présenterons également les avancées méthodologiques qui ont pour but de raffiner les techniques de datation et de minimiser les sources d'erreur.

L'objectif de cette présentation est de guider les chercheurs lors de la sélection de la méthode de datation dans différents contextes archéologiques et paléoenvironnementaux.

Mots-clés : datation, méthodologie, uranium-thorium, os, dents

Datations croisées par les méthodes uranium-thorium et ^{14}C des voiles carbonatés en grotte ornée. Cas d'étude en Espagne

Edwige Pons-Branchu, José Luis Sanchidrián, María Ángeles Medina Alcaide, Anita Quilès, Jean Pascal Dumoulin, Nadine Tisnérat-Laborde, Jocelyn Barbarand, Julius Nouet. Hélène Valladas

La datation de peintures ou gravures des grottes ornées est un élément clé en archéologie car il permet de replacer et d'ordonner dans le temps les représentations, de les comparer d'une grotte à l'autre et de les mettre en relation avec d'autres données archéologiques.

La datation directe des représentations par la méthode du ^{14}C appliquée à des prélèvements de pigments est possible lorsqu'elles ont été réalisées au charbon de bois. Cependant, cette méthode n'est pas applicable aux nombreuses représentations faites avec des oxydes métalliques (fer pour la couleur rouge et manganèse pour la couleur noire), ou aux gravures. En revanche, lorsque ces représentations recouvrent ou sont recouvertes de fines couches de carbonates de calcium déposées au cours du temps, on peut envisager d'appliquer simultanément les datations uranium-thorium (U/Th) et ^{14}C à ces voiles carbonatés de façon à obtenir des *termini post et ante quem* pour les représentations considérées. Ces datations croisées utilisées dans l'étude chronologique de plusieurs sites ornés ont été accompagnées de la caractérisation minéralogique et pétrographique préalable de la nature des dépôts carbonatés étudiés, laquelle s'avère indispensable compte-tenu de la complexité de leur formation. Les âges obtenus par les deux méthodes de datation doivent être corrigés des teneurs en thorium détritique dans un cas (U/Th) et de carbone mort dans l'autre cas (^{14}C). Le couplage de ces méthodes permet, dans certains cas, de valider les datations et ainsi d'encadrer de manière sûre l'âge des peintures ou gravures. Dans d'autres cas, des âges très différents sont donnés par les deux méthodes, soulignant qu'au moins l'une d'entre elles (si ce n'est les deux) donnent des âges biaisés. Dans cette communication, nous présenterons des cas d'âges divergents obtenus sur des voiles de calcite de la grotte de Nerja, mais aussi des datations croisées validées, et leur mise en contexte archéologique et climatique.

Parmi les mécanismes possibles conduisant à des âges erronés, la transformation aragonite calcite a pu être montrée dans le cas d'une stalagmite prélevée à proximité des zones ornées présentant des âges divergents. Dans ce cas, la transformation minéralogique entraîne une perte d'uranium et un vieillissement apparent de l'âge uranium-thorium. D'autres mécanismes d'altération sont toutefois possibles, et le croisement des méthodes de datation apparaît indispensable pour valider les âges obtenus.

Mots-clés : datation, carbone 14, uranium-thorium, grotte ornée

Revisiter la chronologie de Notre-Dame de Paris : une approche combinée de méthodes de datation absolue et relative

Mathilde Bernard, Olivier Girardclos, Jean-Yves Hunot, Yves Gallet, Maxime L'Héritier, Lucile Beck, Emmanuelle Delqué-Kolic, Aurélia Azéma, Clara Pénagos, Benoît Brossier, Michel Lemoine, Alexa Dufraisse, Philippe Dillmann

La chronologie du chantier médiéval de Notre-Dame de Paris se fonde essentiellement sur des sources écrites. Cependant, les investigations menées dans le cadre du chantier scientifique MC/CNRS par les GT Bois, Métal et Pierre permettent aujourd'hui d'établir de nouveaux jalons chronologiques solides pour l'étude de la cathédrale.

En effet, de nombreuses questions demeurent quant à la chronologie de Notre-Dame de Paris, tant pour le chevet que pour la nef. A quelle époque les travaux de la nouvelle cathédrale gothique ont-ils réellement débuté ? Comment et à quelle vitesse ont-ils été conduits ? Comment les différentes phases du chantier se sont-elles succédées et articulées entre elles ? Les textes, qui sont peu nombreux et parfois contestables en raison de la nature discutable de certaines sources, n'offrent qu'une chronologie simplifiée et laissent en suspens une série de problèmes qui ont été insuffisamment étudiés. Des analyses dendrochronologiques concernant la charpente du haut vaisseau avaient été réalisées entre 1991 et 1996, mais aucune autre analyse matérielle n'avait été menée avant le chantier scientifique. Aujourd'hui, grâce à l'étude des vestiges archéologiques suite à l'incendie et la présence des scientifiques sur le chantier de restauration, d'une part, des études dendrochronologiques sur des bois des parties basses du chevet sont ajoutées à celles nettement plus nombreuses des charpentes, et d'autre part, des datations par le radiocarbone ont pu être réalisées sur des agrafes et goujons en fer retrouvés dans les maçonneries à divers endroits du monument. Ces nouvelles données fournissent une documentation inédite qui permet de réfléchir à nouveau sur la chronologie de la cathédrale. Le partage et le croisement de ces indices matériels obtenus par des méthodes de datation absolue représentent une approche novatrice pour l'étude de Notre-Dame de Paris et dans le domaine de l'histoire de la construction médiévale. La mise en relation de ces données avec l'étude des textes s'avère également essentielle afin d'esquisser un nouveau phasage de la construction auquel peuvent être associés des repères chronologiques fiables.

Ainsi, le cas de l'étude de Notre-Dame de Paris permet de mettre en avant toute l'importance de la centralisation, du partage des résultats et de la combinaison de méthodes de datations absolues et relatives.

Mots-clés : Notre-Dame de Paris, datation par le radiocarbone, dendrochronologie

Vers une amélioration des datations de l'Antiquité tardive en Gaule méridionale : les approches développées à partir des recherches menées sur le site de Las Cravieros à Fanjeaux (Aude)

Benoit Favennec, Claire Faisandier, Cloé Bacle, Julien Chardonneau-Henneuse, Yves Gallet, Agnès Genevey, Maxime Huart, Maximilien Servajean, Chloé Vandewalle, Victor Viquesnel-Schlosser

Les données archéologiques concernant les IV^e, V^e et VI^e siècles en France méridionale sont relativement peu nombreuses et très mal appréhendées par rapport aux éléments appartenant aux époques qui les précèdent ou qui leur succèdent (bilan jamais quantifié jusqu'ici mais qui apparaît à la lecture de n'importe quel sommaire de revue d'archéologie traitant de l'antiquité romaine). Or l'intérêt des chercheurs s'accroît de plus en plus depuis quelques décennies pour l'Antiquité tardive et les problématiques associées : développement notamment de différents groupes de travail sur cette période (AFAM, AnTaReC, ATEG), d'une revue internationale et de thèses. Cette situation est à mettre en lien avec l'essor des fouilles, puis les publications de sites de consommation et de centres artisanaux bien documentés, actifs en partie lors de cette période, voire uniquement lors de celle-ci. Les phasages précis, au quart ou au demi-siècle près, reposent sur la découverte de mobilier céramique importé car la vaisselle et les ustensiles d'origine locale sont datés à 150/200 ans près faute de travaux typo-chronologiques similaires à ceux constitués pour le Nord de la France pour la même période. Les monnaies ne sont pas d'un grand secours car elles deviennent très rares après le IV^e s. et ces dernières peuvent circuler pendant plusieurs décennies voire siècle. Du fait de la nature même des courbes de variation séculaire du champ géomagnétique et de la production des isotopes du carbone, les datations archéomagnétiques et radiocarbone ne permettent pas non plus de resserrer seules les chronologies archéologiques.

C'est ainsi dans ce cadre que depuis huit ans, 2017, un projet de recherches programmées, associant fouilles et études en laboratoire, a été entrepris pour documenter les divers aménagements et chaînes opératoires mis en place sur le complexe artisanal polyvalent (potiers, tuiliers, forges, préparations culinaires, etc.) de l'Antiquité tardive de Las Cravieros à Fanjeaux dans l'Aude. Bénéficiant du soutien de divers partenaires et de la synergie d'une équipe pluridisciplinaire motivée, une partie des travaux visent également à mieux cerner les datations de cette période. En effet, ce site, qui est créé de façon ex nihilo à la charnière des IV^e et V^e s. apr. J.-C. et qui perdure jusqu'à la fin du V^e s. / tout début du VI^e s. apr. J.-C., comprend généralement des couches archéologiques et des installations bien conservées, ainsi que par endroits une puissante stratigraphie, avec de nombreux niveaux successifs, livrant d'importantes quantités et variétés

de mobiliers et rebuts d'activités, dont l'aspect et les assemblages varient au cours du temps. Ces paramètres combinés à la présence active de céramologues et d'anthracologues au sein de l'équipe ont permis de mettre en place, pour définir une chronologie fine, des protocoles inédits ou peu courants et d'associer divers procédés de datations des strates rencontrées et des structures artisanales.

Par ailleurs, le très bon état de conservation des 13 fours de potiers et de tuiliers a permis de mener une étude architecturale complète de ces structures. Cette analyse a amené à constater une évolution dans la mise en œuvre, les techniques et la morphologie des fours. Les unités de cuisson de Las Cravieros peuvent être datées par leur architecture.

La réflexion sur la chronologie du site bénéficie aussi d'un programme de datations archéomagnétiques avec l'institut de physique du Globe de Paris et le LAMS. Tous les fours de potier ont fait l'objet d'analyses archéomagnétiques et les directions archéomagnétiques déterminées sont systématiquement confrontées à la courbe de référence des variations directionnelles du champ géomagnétique. Ce travail entre notamment dans l'un des projets Défi Suivis à long terme / MITI du CNRS (2024-2025) – « Optimiser la détermination des directions archéomagnétiques, variations géomagnétiques multiséculaires et chronologie archéologique » porté notamment par Yves Gallet, Agnès Genevey et Benoit Favennec.

Tout un train de datations radiocarbone a été aussi effectué pour accroître et favoriser l'approche sur le phasage du site. Ces travaux ont été menés par des prestations auprès du Laboratoire radiocarbone de Poznan et du programme Artémis.

Les résultats de ces diverses méthodes de datations peuvent être analysés séparément, mais associés les uns aux autres, notamment avec le logiciel Chronomodelle, ils amènent une meilleure approche de la chronologie du site et des contextes de l'Antiquité tardive en Gaule méridionale.

Les données chronologiques obtenues du site de Las Cravieros ont un impact dépassant l'histoire propre du complexe. La production potière du site est très conséquente : elle est estimée au minimum à un million de vases et son aire de diffusion atteint 125 à 150 km de rayon. Des céramiques produites à Fanjeaux ont été vendues dans toute l'Occitanie, de Toulouse à la Méditerranée, sans compter que des suspensions de diffusion encore plus lointaines existent – identification permise par les décors présents sur certaines céramiques. Le phasage des divers contextes de Las Cravieros va pouvoir ainsi servir de référentiels pour divers sites de consommation.

Mots-clés : Antiquité tardive, atelier de potiers, fours, céramiques, anthracologie, datation céramologique, datation archéomagnétique, datation 14C, datation relative, datation des décors, évolution des techniques de construction

La dernière révolution du radiocarbone ? Internationaliser la recherche

Seren Griffiths, Lisa Brown, Neil Carlin, Tim Evans, Bisserka Gaydarska, Emma Hannah, Peter McKeague

La datation radiocarbone est la technique de mesure chronométrique la plus couramment utilisée en archéologie. L'introduction de la méthode a offert de nouvelles possibilités pour des projets de recherche indépendants et internationalisés. Mais aujourd'hui, les nombreux avantages du radiocarbone pour la recherche archéologique ont également créé un défi d'importance internationale dans la pratique du patrimoine.

Comment pouvons-nous tenter de préserver d'énormes volumes de données « héritées » du radiocarbone de manière systématique pour faciliter la recherche interdisciplinaire et internationale ? Comment pouvons-nous organiser un ensemble de données et créer une ressource mise à jour, validée, organisée et liée aux archives et systèmes de données nationaux existants ?

Nous présentons un projet international, *Projet Radiocarbone ; Big Data, Integrated Cross-national Heritage Histories*, travaillant dans le secteur de l'environnement historique en Irlande et au Royaume-Uni, qui développe une solution à ces problèmes. Nous soutenons que nous devons réfléchir de manière critique à la manière dont nous classifions et stockons les données sur le radiocarbone, afin de les rendre « FAIR ». Un tel travail nécessite des approches intersectorielles et internationales pour garantir la durabilité et l'évolutivité, et pour anticiper la valeur croissante de ces données à l'avenir.

Mots-clés : Irlande, Royaume-Uni, datation radiocarbone, gestion des données, principes FAIR

La datation de la tombe de la reine Arégonde, belle-fille de Clovis. Au carrefour de l'archéologie, de l'anthropologie et de l'histoire

Patrick Périn

Présentation du cas-école de la datation absolue de la tombe de la reine Arégonde, belle-fille de Clovis, sujet qui en son temps a fait polémique, avec la confrontation âprement discutée de données archéologiques, biologiques et historiques. Grâce au réexamen des sources historiques et au recours à la méthode anthropologique innovante des anneaux cémentaires, la question de la datation de cette sépulture semble maintenant résolue et mérite un exposé.

Mots-clés : datation, analyses croisées

Posters

Datation 14C sur ECHoMICADAS, LSCE, Gif-sur-Yvette : actualisation des protocoles de chimie

Brian Phouybanhdyt, Christine Hatté et les acteurs de ECHoMICADAS

Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) exploite un laboratoire de datation au radiocarbone depuis près de 70 ans. Il a évolué du comptage traditionnel de désintégration β à une installation de spectrométrie de masse par accélérateur. En 2015, le LSCE a bénéficié d'une mise à niveau majeure avec l'installation d'un MICADAS. Cette évolution a nécessité des ajustements dans la préparation des échantillons pour coller avec la possibilité maintenant offerte de dater des échantillons aussi petits que quelques dizaines de μgC .

Nous résumons ici les procédures de nettoyage et les traitements chimiques (chimie de purification et chimie d'extraction) que nous appliquons aux échantillons. Nous reportons également les valeurs de blancs et de plusieurs matériels de référence de matrices différentes correspondant à la grande diversité des échantillons que nous manipulons au LSCE.

Mots-clés : protocoles, chimie, datation 14C

Bilan sur les développements réalisés pour les analyses radiocarbone des petits échantillons, sur l'instrument ECHoMICADAS

François Thil et les acteurs d'ECHoMICADAS

Le spectromètre de masse par accélération (SMA) ECHoMICADAS (*Environnement, Climat, Homme, Mini CARbone DAting System*) est en activité depuis 2015 au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement. Cet accélérateur de nouvelle génération, dédié à la datation radiocarbone, permet d'introduire les échantillons sous forme solide (cibles graphites) ou sous forme gazeuse via le GIS (*Gas Interface System*) balayant ainsi toutes les tailles d'échantillons allant de 10 μ gC à 1mgC.

Dans ce poster, nous ferons tout d'abord un état des lieux des différentes façons d'introduire les petits échantillons ($m < 200\mu$ gC) en détaillant trois types d'introduction : 1- sous forme d'ampoules scellées de CO₂, 2- l'introduction via l'analyseur élémentaire, périphérique placé en amont du GIS, permettant la combustion de la matière organique, et 3- l'introduction via le CHS (*Carbonate Handling System*), pour l'analyse des carbonates ou du CID (carbone inorganique dissout).

Nous exposerons enfin le protocole utilisé pour traiter les données, afin de prendre en compte les caractéristiques du contaminant (sa masse et son ratio ¹⁴C/¹²C), lorsque la taille de l'échantillon se rapproche de celle du contaminant.

Mots-clés : spectromètre de masse par accélération, datation radiocarbone

Datation radiocarbone sur composés individuels au LSCE

Emmanuelle Casanova, Caroline Gauthier, Christine Hatté, Jérémy Jacob, Brian Phouybanhdyt, François Thil, Nadine Tisnérat-Laborde

La datation radiocarbone sur composés individuels se base sur des composés moléculaires cibles isolés de matrices paléoenvironnementales, environnementales, ou archéologiques. C'est une technique chronophage et complexe car elle est basée sur la purification et la mesure du ^{14}C de quelques dizaines ou centaines de microgramme de composés, et donc de carbone.

Cependant, grâce au développement des sources gaz et des accélérateurs compacts (MICADAS) permettant de travailler sur quelques microgrammes de carbone, la datation de composés individuels est en plein essor. En plus d'un MICADAS, LSCE est équipé d'une chromatographie en phase gazeuse couplée à un collecteur de fractions qui permet de séparer et d'isoler des cibles moléculaires en amont de leur datation par la méthode du radiocarbone. Le laboratoire utilise des protocoles maximisant le rendement d'isolement ainsi que la limitation des sources de contamination (e.g. trappes sans solvants).

Le LSCE a ainsi pris part au premier exercice d'intercomparaison (non publié) sur la datation de composés individuels issus de beurres de tourbières standards lancé par l'Université de Bristol. Le premier projet archéologique hébergé au LSCE a permis de résoudre l'ancienneté de l'exploitation laitière à travers le Plateau Iranien par datation radiocarbone directe de résidus laitiers préservés dans les céramiques et de préciser la chronologie de sites dépourvus de matériaux classiques en datation ^{14}C . Pour réaliser de telles datations radiocarbone sur céramiques archéologiques, il faut cependant, au préalable, faire une analyse lipidique complète afin de pouvoir sélectionner les céramiques avec les meilleures préservations en lipides et ceux dont la source est d'intérêt pour répondre à la question archéologique souhaitée.

Mots-clés : composés spécifiques, lipides, céramiques

Datation par luminescence stimulée optiquement (OSL), du terrain au laboratoire : un travail en concertation indispensable pour des datations pertinentes

Emmanuel Vartanian, Céline Roque

L'OSL (luminescence stimulée optiquement), développée depuis les années 1980, est une méthode de datation largement employée en géologie, géomorphologie, archéologie. Incontournable pour l'établissement de chronologies à partir de l'analyse des sédiments composant les stratigraphies, c'est un outil désormais indispensable en archéologie préventive, aussi bien pour les diagnostics que pour les fouilles.

Experts dans le domaine depuis la fin des années 1990, nous présenterons les avantages et les inconvénients de cette méthode de datation ainsi que les développements méthodologiques récents. Nous insisterons également sur les aspects pratiques de mise en œuvre de l'OSL concernant en particulier les modalités et les contraintes de prélèvements sur site.

Nous illustrerons ces descriptions techniques par des cas pratiques où méthodologie de laboratoire et compréhension du terrain se complètent pour obtenir des résultats utiles.

C'est au final la concertation des équipes (dateurs, géomorphologues, archéologues), tout au long de la mise en œuvre de la datation par OSL, depuis la phase de prélèvement sur site jusqu'à celle de l'interprétation des résultats, qui garantit la pertinence des datations.

Mots-clés : datation OSL, prélèvements, méthodologies, interprétation des résultats, concertation

Les archéointensités, un outil de datation pour les productions céramiques

Agnès Genevey, Yves Gallet, Maxime Le Goff

Le laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale (LAMS) est fortement impliqué dans la construction d'une courbe de référence de la variation séculaire des intensités géomagnétiques en France et, plus généralement, en Europe de l'Ouest. Ce travail à long terme repose sur de nombreuses collaborations avec des archéologues et historiens de différentes institutions afin de sélectionner et échantillonner avec eux des lots de fragments de terres cuites archéologiques précisément datés et adaptés à nos analyses. Celles-ci sont menées suivant un protocole expérimental original adapté au magnétomètre Triaxe, appareil conçu et développé à l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP), avec désormais trois Triaxe disponibles sur la plateforme de mesures IPGP/LAMS.

Nos analyses ont permis d'apporter de nombreuses données d'archéointensité datées en particulier des derniers 1500 ans. Pour cette période, les variations des intensités géomagnétiques sont désormais connues avec une résolution temporelle suffisante pour qu'elles soient utilisées comme outil de datation pour des productions céramiques d'âge incertain. Des exemples de datation basées sur les archéointensités seront présentés.

Mots-clés : archéointensité, variation séculaire, datation, Europe de l'ouest

Le réseau REFRAIN : une expertise indispensable, à votre disposition, pour des chronologies 14C fiables

Christine Hatté, membres du réseau REFRAIN

Le Réseau Francophone pour le Radiocarbone et autres cosmogéniques : Analyse et Interprétation (REFRAIN) a vu le jour à l'issue de la 21^{ème} *International Radiocarbon Conference*, organisée en 2012, à Paris, par les équipes françaises œuvrant dans le domaine de la géochronologie 14C. Cette grande aventure a suscité chez ces groupes, l'envie de prolonger la synergie et de se retrouver régulièrement, ce qui a conduit à la naissance de REFRAIN et de sa journée annuelle. Celle-ci est devenue un pilier de la structuration de la communauté francophone du 14C et un lieu privilégié d'échanges entre la géochronologie 14C et d'autres disciplines scientifiques.

Ce réseau ne se limite pas à un simple forum, il offre un accompagnement complet vers la géochronologie 14C dont peuvent bénéficier les communautés de l'archéologie en général et de l'archéologie préventive en particulier. Les géochronologues de REFRAIN peuvent orienter vers les laboratoires de géochronologie 14C dont le sérieux et la qualité sont reconnus par la communauté internationale. Le réseau fournit un appui précieux pour conseiller sur la sélection des échantillons selon votre questionnement scientifique et mettre en garde contre les écueils potentiels inhérents aux conditions de fossilisation et/ou de conservation des échantillons possibles. Leur expertise s'étend également à l'analyse statistique des données. En outre, certains membres sont aguerris à la communication et peuvent intervenir lors de vos réflexions, que ce soit pour des formations, des animations, des webinaires. Enfin, les laboratoires du réseau vous ouvrent leurs portes pour des visites, une opportunité pour renforcer les échanges et de mieux comprendre une discipline scientifique en constante évolution. Contrairement aux idées reçues, la géochronologie 14C n'est pas figée, mais au contraire, progresse sans cesse.

Ce poster présente le réseau, ses activités et les principaux contacts pour intégrer cette expertise dans vos projets.

Mots-clés : radiocarbone, géochronologie, réseau

Fiabilisation de la datation 14C des coquilles d'escargots : vers une approche innovante par la conchyoline

Elias Kader, Brian Phouybanhdyt, Christine Hatté, acteurs de ECHoMICADAS

La mise en place de chronologies en contexte archéologique peut être compliquée en raison de l'absence de matériels appropriés pour la datation 14C, tels que le charbon, le bois ou les ossements. Dans certains cas, les coquilles d'escargots deviennent les seuls supports disponibles pour la datation. Cependant, dès les années 1980, il a été démontré que le carbone minéral de ces coquilles peut être un mélange entre le carbone d'origine végétale, issu de l'alimentation de l'escargot, et du carbone géologique, dépourvu de 14C, associé au calcium nécessaire à la formation de la coquille. Cela conduit à un vieillissement apparent des datations effectuées sur le carbonate de ces coquilles. Bien que la sélection de certaines espèces dans des contextes géologiques et sédimentaires bien précis puisse atténuer ce risque, construire une chronologie sur la datation 14C du carbonate des coquilles d'escargot demeure un défi.

Contrairement au carbonate, le carbone organique de la coquille, qui provient exclusivement de l'alimentation végétale de l'animal, n'est pas soumis à ce phénomène de vieillissement. Ainsi, la datation 14C de la conchyoline — protéines qui constituent la structure organique des coquilles d'escargot — offre une alternative prometteuse. Bien que la conchyoline soit présente en très petite quantité, l'utilisation d'un MICADAS, capable de mesurer quelques dizaines de μgC , rendait cette alternative envisageable. La principale difficulté résidait dans l'élaboration du protocole d'extraction capable de dissoudre le carbonate tout en préservant la structure tridimensionnelle complexe des protéines, nécessaire à leur manipulation pour la suite des étapes de la datation 14C.

Ce poster présente le protocole d'extraction mis au point pour la conchyoline, ainsi que les premiers résultats de caractérisation des protéines obtenues.

Mots-clés : chimie, coquilles, nouvelle approche, datation 14C

La datation radiocarbone dans les grands ensembles funéraires, de la sélection à l'interprétation : l'exemple de la nécropole d'Autun Saint-Pierre

Jérémy Maestracci, Carole Fossurier, Nicolas Tisserand

La nécropole d'Autun Saint-Pierre-l'Estrier, fouillée partiellement, a livré, en 2020, 254 sépultures à inhumation. Ces sépultures supposées de l'Antiquité tardive, aux architectures variées (cercueils de bois ou de plomb, sarcophages, coffrages de tuile...) se répartissaient sur une surface de 1200 m² aux côtés de monuments funéraires (mausolées). Leur disposition a livré peu d'informations stratigraphiques (superpositions de sépultures relativement peu nombreuses) et le mobilier associé aux tombes, bien que prestigieux, était rare : 25 sépultures sur 254 en était pourvues, soit moins de 10 %. Le recours à la datation radiocarbone à grande échelle a paru alors indispensable mais, certains ossements ne contenant pas assez de collagène, seuls 68 squelettes ont pu être datés grâce au 14C, soit 27 % des sépultures.

Ce poster propose de détailler le cheminement des datations absolues, de leur nécessité à l'exploitation des résultats (datations cumulées, somme de densité de probabilité) en passant par le choix des individus à dater (position stratigraphique, architecture, présence de mobilier...).

Mots-clés : datation radiocarbone, ensemble funéraire

Rumilly-les-Vaudes (Aube) : apport de deux datations radiocarbone pour la chronologie régionale de l'âge du Bronze

Jérémy Dolbois, Alexandre Monnier

Le projet de construction d'une canalisation de transport de gaz naturel porté par la société GRT gaz a donné lieu à une opération de fouille archéologique à Rumilly-les-Vaudes (Aube), au lieu-dit « Les Charmottes », à l'été 2014. Le décapage, mené sur une surface restreinte et érodée de 2 500 m² environ, a toutefois permis la mise en évidence de vestiges de l'âge du Bronze, de l'Antiquité et de la période moderne.

Un contexte en particulier a retenu l'attention, sur le terrain et en post-fouille : une vaste fosse polylobée, vestige d'extraction de matériau, datée du début du Bronze final grâce au mobilier mis au jour. Le comblement a livré, en dépit d'un état de conservation médiocre, un assemblage mobilier hétérogène : un lot céramique conséquent comptabilisant 1857 tessons (pour 80 formes seulement), deux éléments métalliques (une épingle complète ainsi qu'une tête d'épingle ou une perle), une herminette en roche verte (d'origine probablement alpine), deux petits fragments d'outils de mouture et enfin une trentaine de restes osseux fauniques.

L'analyse du corpus mobilier, notamment céramique et métallique, documente un contexte domestique couvrant une période large (Bronze D - Hallstatt A1), et ce malgré l'abondance de tessons. La faiblesse du nombre de formes et décors restent un frein à une datation plus précise.

C'est dans ce contexte que deux datations par radiocarbone ont été entreprises afin d'affiner la chronologie de ce dépôt. Une première datation a été entreprise sur l'un des restes de faune tandis que le second a été réalisé sur un charbon de bois de hêtre récolté en fond de structure. Les deux analyses livrent des plages de temps différentes mais néanmoins concomitantes sur une période allant de la fin du XIII^{ème} siècle jusqu'au dernier quart du XII^{ème} siècle avant notre ère.

Cet aspect des datations, déjà mis en évidence sur une autre fouille régionale avec une grande fosse polylobée pour la même période (Godard, Monnier 2023), a été présenté dans les travaux de la table ronde de Bibracte sur le Hallstatt A1 (Riquier *et al.* à venir). Ces travaux montrent que des effets de paliers de la courbe de calibration 14C existent pour le début du Bronze final, et qu'une association datation absolue-mobilier datant est indispensable dans l'optique d'améliorer nos référentiels, notamment par le biais de statistiques bayésiennes.

Ainsi, la réalisation de datations radiocarbone ne répond pas seulement à la simple question de la datation d'une structure, aussi arasée soit-elle, mais elle fournit des jalons dans le cadre des problématiques de recherche régionale, concourant ainsi à affiner nos connaissances sur la typo-chronologie des mobiliers et de leur contexte de découverte.

Mots-clés : datation radiocarbone, ensemble domestique

La problématique de datation dans le centre potier de Sevrey (Saône-et-Loire) : archéomagnétisme et complémentarité des différentes approches archéométriques

Gaétan Gouérou, Antoine Guicheteau

Une fouille préventive réalisée en 2018 à Sevrey (Saône-et-Loire), au 8 rue Georges Brusson, a mis au jour des vestiges liés à l'artisanat de la céramique parmi lesquels quatre fours de potiers, datés entre le VIII^e et le X^e siècle. L'étude des structures et de la production associée a permis de renouveler les connaissances sur l'évolution du centre potier et de préciser la typo-chronologie de la céramique sevrotine médiévale. La caractérisation d'un nouveau groupe technique faisant la transition entre le service bistre mérovingien et la céramique commune grise des X^e-XI^e siècles en a été l'apport majeur.

Afin d'établir la chronologie de cette transition technologique, la question de la datation des structures de production se révèle cruciale. Parallèlement à la stratigraphie et à l'évolution typologique des fours, le recours aux méthodes de datation absolue est déterminant. Chaque four a ainsi fait l'objet de deux datations au radiocarbone – l'une sur un charbon de bois, l'autre sur une graine – complétées par une datation par archéomagnétisme. Les résultats, globalement cohérents, donnent toutefois des fourchettes chronologiques plus larges pour les datations 14C que celles obtenues par archéomagnétisme. Un effet «vieux bois» est par ailleurs perceptible sur certains résultats obtenus sur les charbons, malgré une sélection préalable effectuée par un anthracologue. En revanche, en abaissant légèrement le niveau de confiance des datations 14C obtenues sur les graines, on constate que les intervalles de datation plus probables concordent parfaitement avec les datations à 95% obtenues par archéomagnétisme, confortant ainsi la fiabilité de ces résultats. Il devient alors pertinent de combiner les courbes obtenues par les deux méthodes archéométriques pour tenter d'affiner la datation des fours.

Au-delà de la détermination d'intervalles calendaires, l'archéomagnétisme apporte de nouveaux éléments de chronologie relative. Si l'on reporte sur la courbe de référence des variations directionnelles du champ magnétique terrestre les quatre directions géomagnétiques anciennes enregistrées sur le site, on observe deux groupes bien distincts. Cela nous indique que la succession de ces quatre fours n'est pas progressive mais que ceux-ci appartiennent à deux phases d'activité bien distinctes du site, séparées par un laps de temps assez long.

Enfin, la comparaison avec d'autres fours ayant également fait l'objet d'une datation par archéomagnétisme est particulièrement pertinente, le moment daté par cette méthode étant intrinsèque à l'utilisation de la structure. Les résultats obtenus sur un four de potier mis au jour onze ans plus tôt dans une parcelle voisine ont pu être confrontés à ceux obtenus lors de la fouille de 2018,

permettant ainsi d'étoffer le panorama chronologique du centre potier.

Mots-clés : atelier de potier, four de potier, haut Moyen Âge, archéomagnétisme, radiocarbon

Dendrochronologie *in situ* de la 40^e pirogue du lac de Sanguinet : nouvelles perspectives d'échantillonnage numérique subaquatique non destructif

Anaïs Diméglio, Alba Ferreira Domínguez, Philippe Soubias

C'est au cours d'une prospection subaquatique en 2021 que la 40^e pirogue du lac de Sanguinet a été découverte. Datée en 2022 par 14C entre 1216 et 1428 cal AD, elle remonte à une période pour laquelle les vestiges archéologiques retrouvés dans le lac se font rares, motivant la mise en place d'une fouille et une datation par dendrochronologie.

Pour cette dernière, une méthodologie classique de prélèvement subaquatique a tout d'abord été pressentie, à savoir la découpe d'une section transversale de la pirogue permettant une documentation et une étude à terre au cours de l'opération, avant ré-immersion et fermeture du site. Cependant, en plus de révéler un bon état de conservation, le dégagement de cette embarcation monoxyle en chêne a rendu possible l'observation de son tableau arrière ainsi que deux renforts transversaux permettant une lecture optimale des cernes de croissance de la grume ayant été utilisée pour son façonnage.

La fouille de cette pirogue a donc été l'occasion de tester une méthodologie expérimentale de datation dendrochronologique en milieu immergé : l'acquisition photogrammétrique en haute résolution des sections transversales visibles de l'épave. Permettant la mesure des cernes de croissance, cette technique offre la possibilité de s'affranchir totalement des prélèvements classiques très invasifs et pouvant porter atteinte à l'intégrité d'une épave de ce type, qui rappelons-le est issue d'une seule et unique pièce de bois et donc de fait, d'un seul arbre.

Mots-clés : archéologie subaquatique, dendrochronologie, pirogue, photogrammétrie

ANNUAIRE DES PARTICIPANTS

(comité d'organisation, comité scientifique, auteurs)

A

ARD Vincent

UMR 5608 TRACES - Maison de la Recherche
Université Toulouse Jean Jaurès
5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse Cedex 9
vincent.ard@cnr.fr

ARRIGHI Vincent

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Saint-Orens-de-Gameville
13 rue du Négoce, ZA Les Pinsons, 31 650 Saint-Orens-de-Gameville
vincent.arrighi@inrap.fr

AZÉMA Aurélia

Centre de Recherche sur la Conservation CRC – UAR 3224
Equipe Laboratoire Recherche Monuments Historiques (LRMH)
Parc du Château, 29 Rue de Paris, 77 420 Champs-sur-Marne
aurelia.azema@culture.gouv.fr

B

BACLE Chloé

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Saint-Orens-de-Gameville
13 rue du Négoce, ZA Les Pinsons, 31 650 Saint-Orens-de-Gameville
cloe.bacle@inrap.fr

BAHAIN Jean-Jacques

UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme Préhistorique (MNHN-CNRS-UPVD)
Département Homme et Environnement du MNHN
1 rue René Panhard, 75 013 Paris
bahain@mnhn.fr

BARBARAND Jocelyn

Université Paris-Saclay, Département des Sciences de la Terre
UMR 8148 Laboratoire GEOPS (Géosciences Paris Sud)
Rue du Belvédère Bâtiment 504, 91 400 Orsay
jocelyn.barbarand@universite-paris-saclay.fr

BECK Lucile

LMC14, LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
lucile.beck@cea.fr

BERGER Jean-François

CNRS, UMR 5600 EVS, Université de Lyon
jean-francois.berger@univ-lyon2.fr

BERNARD Mathilde

LAPA, IRAMAT UMR 7065, NIMBE UMR3685
Université Paris-Saclay, CEA/CNRS
CEA Saclay, Bat. 637, P.109A, 91 191 Gif-sur-Yvette
mathilde.bernard@cea.fr

BERTRAN Pascal

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Bègles
Bâtiment B2, allée Geoffroy-Saint-Hilaire, 33 615 Pessac
UMR 5199 PACEA (Université de Bordeaux)
pascal.bertran@inrap.fr

BILLARD Cyrille

DRAC Normandie – service régional de l'archéologie
13bis rue Saint-Ouen, 14 052 CAEN cedex 04
cyrille.billard@culture.gouv.fr

BLIN Arnaud

Ministère de la Culture / DGPAT / SP / SDA
182 rue Saint-Honoré, 75 033 Paris Cedex 01
arnaud.blin@culture.gouv.fr

BOËS Xavier

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Bègles
CNRS/MNHN/UPVD, Alliance Sorbonne Université, UMR 7194,
Musée de L'Homme, Palais Chaillot (Paris 16)
Turkana Basin Institute, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794, USA
xavier.boes@inrap.fr

BLONDEL François

Université de Genève - Institute for Environmental Sciences
66 Boulevard Carl Vogt, 1205 Genève (Suisse)
francois.blondel@unige.ch

BONNISSANT Dominique

Direction régionale des affaires culturelles de Bourgogne-Franche-Comté
Hôtel Chartraire de Montigny, 39-41 rue Vannerie, 21 000 Dijon
UMR 8096 Archéologie des Amériques (ArchAm)
dominique.bonnisent@culture.gouv.fr

BOUIRON Marc

Inrap - Direction scientifique et technique
121, rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
marc.bouiron@inrap.fr

BROSSIER Benoît

UMR 5554 ISEM (Université de Montpellier/CNRS)
Université de Montpellier, campus Triolet, cc065, 34 095 Montpellier cedex 05
benoit.brossier@umontpellier.fr

BROWN Lisa

Historic Environment Scotland, Longmore House
Salisbury Place, Edinburgh, EH9 1SH, United Kingdom (Royaume-Uni)

BRUNETON Hélène

Aix Marseille Université, CNRS, IRD, CdF, INRAE, CEREGE
Technopole Environnement Arbois-Méditerranée
BP 80, 13 545 Aix-en-Provence
bruneton@cerege.fr

BUSSONE Romain

UMR 5140 ASM (Univ. Paul Valéry Montpellier, CNRS)
Université Paul Valéry, site de Saint-Charles
2 rue du Professeur Henri Serre, 34 090 Montpellier
romain.bussone@hotmail.fr

C**CAFFY Ingrid**

LMC14, LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
ingrid.caffy@lsce.ipsl.fr

CALASTRENC Carine

Laboratoire TRACES – UMR 5608
Université Toulouse Jean Jaurès Maison de la Recherche
5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse Cedex 9
carine.calastrenc@cnrs.fr

CARLIN Neil

University College Dublin, School of Archaeology
Newman Building Belfield Dublin 4 (Irlande)
neil.carlin@ucd.ie

CARPENTIER Carine

Inrap - Direction scientifique et technique
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
carine.carpentier@inrap.fr

CASANOVA Emmanuelle

LSCE (équipe GeoTrAc), UMR 8212 CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
emmanuelle.casanova@lsce.ipsl.fr

CHARDONNEAU-HENNEUSE Julien

UMR 5554 ISEM (Université de Montpellier/CNRS)
Université de Montpellier, campus Triolet
cc065, 34 095 Montpellier cedex 05
julien.chardonneau-henneuse@etu.univ-montp3.fr

COLLETER Rozenn

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Cesson-Sévigné
37 rue Bignon CS 67737, 35 577 Cesson-Sévigné
Centre for Anthropobiology and Genomics of Toulouse (CAGT)
rozenn.colleter@inrap.fr

COMBY-ZERBINO Clothilde

Institut Lumière Matière, UMR 5306, Univ. Lyon 1-CNRS
Université de Lyon, 69 622 Villeurbanne
clothilde.zerbino@univ-lyon1.fr

COTTIAUX Richard

Inrap - Direction scientifique et technique
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
richard.cottiaux@inrap.fr

D**DAVID-JACQUOT Bertrand**

Centre de Datation par le RadioCarbone (CDRC - C14)
Université de Lyon 1, La Doua, Villeurbanne
bertrand.david@mom.fr

DELANGHE Doriane

Aix Marseille Université, CNRS, IRD, CdF, INRAE, CEREGE
Technopole Environnement Arbois-Méditerranée, BP 80, 13 545 Aix-en-Provence
delanghe@cerege.fr

DELHON Claire

UMR 7264 CEPAM – CNRS/Université Nice Côte d'Azur
Pôle Universitaire Saint Jean d'Angély - SJA 3
24 avenue des Diables Bleus, 06 300 Nice
claire.delhon@cnrs.fr

DELQUÉ-KOLIČ Emmanuelle

Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14)
LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 191 Gif-sur-Yvette Cedex
emmanuelle.delque-kolic@cea.fr

DEMOULE Jean-Paul

Institut Universitaire de France & Université de Paris I
UMR 8215 Trajectoires (CNRS)
9 rue Mahler, 75 004 Paris
jean-paul.demoule@univ-paris1.fr

DILMANN Philippe

LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS
Université Paris Saclay, CEA Saclay, 91 191 Gif-sur-Yvette
philippe.dillmann@cea.fr

DIMÉGLIO Anaïs

Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines
UMR 7299 Centre Camille Jullian (CNRS-AMU, MMSH, Aix-en-Provence)
147 Plage de l'Estaque, 13016 Marseille
anaïs.dimeglio@culture.gouv.fr

DOLBOIS JérémY

Inrap - Direction scientifique et technique
Cellule d'intervention sur les structures archéologiques profondes
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
jeremy.dolbois@inrap.fr

DUBROCA Théo

Archéosciences-Bordeaux (UMR 6034), Maison de l'Archéologie
Université Bordeaux Montaigne, Domaine Universitaire, 33 607 Pessac Cedex
theo.dubroca@u-bordeaux-montaigne.fr

DUFRAISSE Alexa

UMR 7209 AASPE CP56 (CNRS/MNHN), Département Homme et Environnement
CP56, 43 rue Buffon, 75 005 Paris
alexa.dufraisse@mnhn.fr

DUMOULIN Jean Pascal

Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14)
LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, Bâtiment 714, CEA-Orme des Merisier
91 191 Gif-sur-Yvette Cedex
jean-pascal.dumoulin@lsce.ipsl.fr

E

EVANS Tim

Archaeology Data Service, Department of Archaeology
University of York, The King's Manor, York, YO17EP (Royaume-Uni)
tim.evans@york.ac.uk

F

FAISANDIER Claire

Inrap, Direction Interrégionale Midi-Méditerranée
561 rue Etienne Lenoir, Km Delta, 30 900 Nîmes
claire.faisandier@inrap.fr

FALGUÈRES Christophe

UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme Préhistorique (MNHN-CNRS-UPVD)
1 rue René Panhard, 75 013 Paris
christophe.falgueres@mnhn.fr

FAVENNEC Benoît

Inrap, Direction Interrégionale Midi-Méditerranée
561 rue Etienne Lenoir, Km Delta, 30 900 Nîmes
UMR 5140 ASM - UMR 5608 TRACES
benoit.favennec@inrap.fr

FÉRET Sophie

Inrap - Direction scientifique et technique
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
sophie.feret@inrap.fr

FERREIRA DOMÍNGUEZ Alba

Ispo Facto - UMR 7299 Centre Camille Jullian
5 rue du Château de l'Horloge, CS 90412, 13 097 Aix en Provence cedex 2
albaferreiradominguez@gmail.com

FONTUGNE Michel R.

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
LAMPEA, CNRS - Aix-Marseille Université - Ministère de la Culture, Aix-en-Provence

FOSSURIER Carole

Inrap, Direction régionale Bourgogne–Franche-Comté
5 Rue Fernand Holweck, 21 000 Dijon
UMR 7268 ADES
carole.fossurier@inrap.fr

G

GALLET Yves

Équipe de Paléomagnétisme, Institut de physique du globe de Paris (IPGP)
UMR 5607 Ausonius (CNRS/ Université Bordeaux Montaigne)
Université Paris Cité, 1 rue Jussieu, 75 005 Paris
gallet@ipgp.fr

GAUTHIER Caroline

LSCE (équipe GeoTrAc), UMR 8212 CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
caroline.gauthier@lsce.ipsl.fr

GAYDARSKA Bisserka

History Politics and Philosophy, Manchester Metropolitan University
Geoffrey Manton Building, Rosamond St West
Manchester, M15 6EB (Royaume-Uni)

GÉLY Bernard

Service régional de l'archéologie - DRAC Auvergne-Rhône-Alpes
bernard.gely@culture.gouv.fr

GENEVEY Agnès

UMR 8220 Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale
Équipe de Paléomagnétisme - IPGP - Université Paris Cité
4 place Jussieu, 75 005 Paris
agnes.genevey@sorbonne-universite.fr

GIGON Joséphine

Beta Analytic Inc., 4985 SW 74 Court Miami, Florida 33 155 USA
jgigon@betalabservices.com

GIRARDCLOS Olivier

UMR 6249 Chrono-Environnement (CNRS-UFC) - Université de Franche-Comté
Campus de la Bouloie, 16 route de Gray, 25 030 Besançon
olivier.girardclos@univ-fcomte.fr

GOUÉROU Gaétan

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Besançon
9 rue Lavoisier, 25000 Besançon
gaetan.gouerou@inrap.fr

GRIFFITHS Seren

History Politics and Philosophy, Manchester Metropolitan University
Geoffrey Manton Building, Rosamond St West
Manchester, M15 6EB (Royaume-Uni)
seren.griffiths@mmu.ac.uk

GUICHETEAU Antoine

Inrap, Direction régionale Bourgogne–Franche-Comté
5 rue Fernand Holweck, 21 000 Dijon
UMR 6298 ARTEHIS
antoine.guicheteau@inrap.fr

GUIHOU Abel

Aix Marseille Université, CNRS, IRD, CdF, INRAE, CEREGE
Technopole Environnement Arbois-Méditerranée
BP 80, 13 545 Aix-en-Provence
guihou@cerege.fr

H**HAIN Stéphane**

Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14)
LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
stephane.hain@cea.fr

HANNAH Emma

University College Dublin, School of Archaeology
Newman Building Belfield Dublin 4 (Irlande)

HARMAND Sonia

UMR 5608 TRACES (CNRS/Université Toulouse Jean Jaurès)
Maison de La Recherche, 5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse

Institut Français de Recherche en Afrique (IFRA), UMIFRE, USR 3336, CNRS,
Laikipia Road, Kileleshwa, Nairobi, Kenya
Turkana Basin Institute, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794, USA
sonia.harmand@cnrs.fr

HATTÉ Christine

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland
christine.hatte@lsce.ipsl.fr

HERREYRE Nicolas

Université Lyon 2 - Archéologie et Archéométrie (ArAr) - UMR 5138
Institut Lumière Matière (ILM) - UMR 5306
nicolas.herreyre@univ-lyon1.fr

HERVÉ Gwenaël

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
LSCE/IPSL, UMR CEA-CNRS-UVSQ 8212
CEA Saclay, Bat 714, Site de l'Orme des Merisiers
Chemin de Saint Aubin, RD 128, 91 191 Gif-sur-Yvette Cedex
gwenael.herve@lsce.ipsl.fr

HUART Maxime

Association Laboratoire d'Archéologie du Lauragais (bénévole)
Musée Eburomagus, 2 avenue du Razès, 11 150 Bram

HUNOT Jean-Yves

Département de Maine-et-Loire, Conservation départementale du patrimoine
UMR 6566 CReAAH (CNRS)
Pôle archéologie, 108 rue de Frémur, 49 000 Angers
jy.hunot@maine-et-loire.fr

J

JACOB Jérémie

LSCE (équipe GeoTrAc), UMR 8212 CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
jeremy.jacob@lsce.ipsl.fr

JAUBERT Jacques

Université de Bordeaux - UMR PACEA 5199
Bât B2, Allée Geoffroy Saint-Hilaire CS 50 023, 33 615 Pessac Cedex

jacques.jaubert@u-bordeaux.fr

JULL A. J. Timothy

University of Arizona, Tucson, AZ, United States
Institute for Nuclear Research, Debrecen, Hungary
jull@arizona.edu

K

KADER Elias

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette

L

LABBAS Vincent

Université de Liège
Bât. B5A Archéométrie - Archéologie médiévale et post-médiévale
Quartier Agora, allée du six-août 19, 4 000 Liège 1 (Belgique)
vincent.labbas@uliege.be

LAMBERT Benjamin

G.L Conception
2 impasse de l'aube, ZA le Soleil Levant, 85 800 Givrand
benjamin@glconception.com

LANOS Philippe

CNRS, UMR Archéosciences-Bordeaux, Université Bordeaux-Montaigne
UMR 6118 Géosciences-Rennes, Université de Rennes
Campus scientifique de Beaulieu, CS 74205, 35 042 Rennes Cedex
philippe.lanos@univ-rennes1.fr

LEFÈVRE Jean-Claude

Université Paris-Saclay
UMR 5138 (CNRS, Université Lumière Lyon 2)
jean-claude.lefevre@universite-paris-saclay.fr

LE GOFF Maxime

Équipe de Paléomagnétisme
Institut de physique du globe de Paris (IPGP) - Université Paris Cité
1 rue Jussieu, 75 005 Paris
legoff@ipgp.fr

LEMOINE Michel

UMR 7209 AASPE CP56 (CNRS – MNHN)
Muséum national d'Histoire naturelle, CP 56, 57 rue Cuvier, 75 005 Paris
michel.lemoine@mnhn.fr

LEROY Murielle

Ministère de la Culture - Délégation à l'inspection, à la recherche et à l'innovation
182 rue Saint-Honoré, 75 033 Paris Cedex 01
murielle.leroy@culture.gouv.fr

LEROY Stéphanie

LAPA-IRAMAT, CNRS, CEA
Université Paris-Saclay, 91 191 Gif-sur-Yvette
stephanie.leroy@cea.fr

L'HÉRITIER Maxime

Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis
UMR 7041 ArScAn – Archéologie de la Gaule et du Monde Antique (GAMA)
Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie
21 allée de l'Université, 92 023 Nanterre Cedex
maxime.l_heritier@univ-paris8.fr

M**McKEAGUE Peter**

Historic Environment Scotland, John Sinclair House
16 Bernard Terrace, Edinburgh, EH8 9NX (Royaume-Uni)

MAESTRACCI Jérémy

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Besançon
9 rue Lavoisier, 25 000 Besançon
jeremy.maestracci@inrap.fr

MANEN Claire

UMR 5608 TRACES - Maison de la Recherche - Université Toulouse Jean Jaurès
5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse Cedex 9
claire.manen@cnrs.fr

MARIÉ Lionel

Aix Marseille Université, CNRS, IRD, CdF, INRAE, CEREGE
Technopole Environnement Arbois-Méditerranée, BP 80, 13 545 Aix-en-Provence

marie@cerege.fr

MARTIN Lucie

Université de Genève - UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc
lucie.martin@unige.ch

MARTIN Sophie

Inrap, Direction scientifique et technique
Cellule Économie Végétale et Environnement (CEVE)
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
UMR 5140 ASM (Univ. Paul Valéry Montpellier/CNRS)
sophie.martin@inrap.fr

MEDINA-ALCAIDE María Ángeles

Université de Bordeaux - UMR 5199 PACEA
Bât B2, Allée Geoffroy Saint-Hilaire CS 50 023, 33 615 PESSAC Cedex
maria-de-los-angeles.medina-alcaide@u-bordeaux.fr

MEIGNIER Sylvain

EA 4023 Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans (LIUM)
Avenue Olivier Messiaen, 72 085 Le Mans cedexX 9
sylvain.meignier@univ-lemans.fr

MERCIER Norbert

UMR 6034 Archéosciences Bordeaux (CNRS/Université Bordeaux Montaigne)
Maison de l'archéologie, Esplanade des Antilles, 33 607 Pessac Cedex
norbert.mercier@u-bordeaux-montaigne.fr

MILLARD Andrew R.

Department of Archaeology, Durham University, Durham (Royaume-Uni)
a.r.millard@durham.ac.uk

MONNIER Alexandre

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Strasbourg
10 rue d'Altkirch, 67 100 Strasbourg
EA 3795 GEGENA
alexandre.monnier@inrap.fr

MOTTO-ROS Vincent

UMR 5306 Institut Lumière Matière (Université Lyon 1/CNRS)
Université de Lyon, 69 622 Villeurbanne
vincent.motto-ros@univ-lyon1.fr

MWENDWA Brilliant

National Museum of Kenya, Geological Society of Kenya
Utumishi Co-Op House, Mamlaka Rd, Nairobi, Kenya

N

NEORICIC Lana

UMR 5306 Institut Lumière Matière (Université Lyon 1/CNRS)
Université de Lyon, 69 622 Villeurbanne
lana.neoricic-maclot@univ-lyon1.fr

NICOLAS-GIRARDOT Nathalie

Inrap, Centre de recherches archéologiques d'Éguilles
105 rue Serpentine, ZA des Jalassières, 13 510 Éguilles
UMR 7298 La3M
nathalie.nicolas@inrap.fr

NIVEZ Erwan

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Clermont-Ferrand
13 rue bis Pierre Boulanger, ZI Du Brezet, 63 000 Clermont-Ferrand
UMR 6298 ARTEHIS (Université de Bourgogne)
erwan.nivez@inrap.fr

NOMADE Sébastien

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
LSCE/IPSL, UMR CEA-CNRS-UVSQ 8212
CEA Saclay, Bat 714, Site de l'Orme des Merisiers
Chemin de Saint Aubin, RD 128, 91 191 Gif-sur-Yvette Cedex
sebastien.nomade@lsce.ipsl.fr

NOUET Julius

Université Paris-Saclay, Département des Sciences de la Terre
UMR 8148 Laboratoire GEOPS (Géosciences Paris Sud)
Rue du Belvédère, Bâtiment 504, 91 400 Orsay
julius.nouet@u-psud.fr

O

OBERLIN Christine

Centre de Datation par le Radiocarbone - UMR 5138 Archéométrie et Archéologie
40 boulevard Niels Bohr, 69 622 Villeurbanne Cedex
oberlin@univ-lyon1.fr

P

PAGÈS Gaspard

Département de l'Archéologie et de l'Histoire de l'Antiquité (DAHA)
Institut Français du Proche-Orient (UMIFRE 6/CNRS MEAE/UAR 3135)
Rue de Damas, BP11-1424, Beyrouth (Liban)
g.pages@ifporient.org

PASSARRIUS Olivier

Service Archéologique Départemental (Pyrénées Orientales)
74 avenue Paul Alduy, 66 020 Perpignan cedex
olivier.passarius@cd66.fr

PAULY Maren

Beta Analytic Inc. / Isobar Science
4985 SW 74 Court Miami, Florida 33 155 USA
mpauly@betalabservices.com

PÉNAGOS Clara

UMR 6249 Chrono-environnement (CNRS / Université de Franche-Comté)
Campus de la Bouloie, 16 rue de Gray, 25 030 Besançon cedex
clara.penagospro@gmail.com

PEREIRA Alison

Laboratoire GEOPS, Université Paris-Saclay
1 rue du Belvédère, 91 400 Orsay
alison.pereira@universite-paris-saclay.fr

PÉRIN Patrick

Directeur honoraire du Musée d'Archéologie nationale
Professeur honoraire à l'Université de Paris 1 - Panthéon Sorbonne
patrick.perin42@gmail.com

PERRIN Thomas

UMR 5608 TRACES - Maison de la Recherche
Université Toulouse Jean Jaurès
5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse Cedex 9
thomas.perrin@cnrs.fr

PERRON-POISSON Marion

Laboratoire de Mesure du Carbone 14 (LMC14)
LSCE/IPSL, CEA-CNRS-UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette

marion.perron@cea.fr

PHOUYBANHDYT Brian

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
brian.phouybanhdyt@lsce.ipsl.fr

PINÇON Geneviève

Ministère de la Culture - Sous-direction de l'archéologie
Centre national de Préhistoire / UMR 8068 TEMPS
38 rue 26^{ème} Régiment d'Infanterie, 24 000 Périgueux
genevieve.pincon@culture.gouv.fr

PONS-BRANCHU Edwige

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
edwige.pons-branchu@lsce.ipsl.fr

PORTET Nicolas

Laboratoire LandArc, Fleurance
nicolas.portet@landarc.fr

PORTO Elisa

Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF)
Palais du Louvre, Porte des Lions, 14 Quai François Mitterrand, 75 001 Paris
elisa.porto@culture.gouv.fr

Q

QUILÈS Anita

Institut Français d'Archéologie Orientale au Caire - Pôle Archéométrie
UMR8167 Orient & Méditerranée
aquiles@ifao.egnet.net

R

RACINET Philippe

Université de Picardie - UFR d'Histoire et de Géographie - TrAme - UR UPJV 4284
Pôle Citadelle, Bureaux E. 226 et E. 228, 10 rue des Français Libres, 80 080 Amiens

REIMER Paula J.

14CHRONO Centre for Climate the Environment and Chronology

Queen's University Belfast, Belfast (Royaume-Uni)
p.j.reimer@qub.ac.uk

RENDU Christine

Université de Toulouse - Jean Jaurès
5 allée Antonio Machado, 31 058 Toulouse Cedex 9
christine.rendu@univ-tlse2

REY Candice

Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP)
1 rue Jussieu, 75 005 Paris

REY Pierre-Jérôme

Université Savoie Mont Blanc, UMR 5204 Laboratoire EDYTEM
Bâtiment « Pôle Montagne »
5 boulevard de la mer Caspienne, 73 376 Le Bourget-du-Lac cedex
pierjrey@free.fr

ROQUE Céline

SAS Re.S.Artes
84 rue du Tondu, 33 000 Bordeaux
celine.roque@res-artes.com

S

SÁNCHEZ Miguel

Département de la Préhistoire et de l'Archéologie
Séville (Espagne)

SANCHIDRIÁN José Luis

University of Cordoba, Department of Geography and Science of the Territory
Facultad de Filosofía y Letras - Plaza Cardenal Salazar, 3 14071 Córdoba (Espagne)
gt1satoj@uco.es

SANSON Luc

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Metz
12 rue de Méric, CS 80 005, 57 063 Metz Cedex 2
luc.sanson@inrap.fr

SCHMITT Anne

ArAr, Archéologie et Archéométrie, UMR 5138
(CNRS - Université Lumière Lyon 2 - Université Lyon 1)
Maison de l'Orient et de la Méditerranée

7 rue Raulin, 69 365 Lyon cedex 7
anne.schmitt@mom.fr

SEIGNAC Hélène

Cellule Économie Végétale et Environnement (CEVE)
Inrap, Direction scientifique et technique
Centre de recherches archéologiques de Cesson-Sévigné
37 rue Bignon, CS 67 737, 35 510 Cesson-Sévigné
helene.seignac@inrap.fr

SERVAJEAN Maximilien

Université Paul-Valéry Montpellier 3 / UMR 5506 LIRMM
CC477, 161 rue Ada, 34 095 Montpellier Cedex 5
maximilien.servajeau@univ-montp3.fr

SHARIFI Arash

Isobar Science - Beta Analytic Inc.
4985 4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155
asharifi@betalabservices.com

SHINDO Lisa

Service d'archéologie de Nice Cote d'Azur
UMR 7299 Centre Camille Jullian
160 avenue des Arènes de Cimiez, 06 000 Nice
lisa.shindo@nicecotedazur.org

SIVAN Olivier

Inrap, Centre de recherches archéologiques d'Éguilles
105 rue Serpentine, 13 510 Éguilles
UMR 7269 LAMPEA
olivier.sivan@inrap.fr

SOUBIAS Philippe

UMR 7299 Centre Camille Jullian (CNRS/AMU)
Maison méditerranéenne des sciences de l'homme
5 rue du Château de l'Horloge
CS 90412, 13 097 Aix-en-Provence cedex 2
philippe.soubias@univ-amu.fr

STOUVENOT Christian

UMR 8096 Archéologie des Amériques
Centre Malher - CNRS - Université Paris 1 Panthéon - Sorbonne
9 rue Malher, 75004 Paris
c.stouvenot@zemi.fr

T

THIÉBAULT Stéphanie

Trajectoires CNRS – Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne
stephanie.thiebault@cnrs.fr

THIL François

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
francois.thil@lsce.ipsl.fr

TISNÉRAT-LABORDE Nadine

LSCE (équipe GeoTrAc), UMR 8212 CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
nadine.tisnerat@lsce.ipsl.fr

TISSERAND Nicolas

Inrap, Direction régionale Bourgogne–Franche-Comté
5 rue Fernand Holweck, 21 000 Dijon
UMR 6298 ARTEHIS
nicolas.tisserand@inrap.fr

TOMBRET Olivier

UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme Préhistorique (MNHN-CNRS-UPVD)
1 rue René Panhard, 75 013 Paris
otombret@mnhn.fr

TUFFÉRY Christophe

Ministère de la Culture / DGPAT / SP / SDA
182 rue Saint-Honoré, 75 033 Paris Cedex 01
christophe.tuffery@culture.gouv.fr

V

VALLADAS Hélène

LSCE (équipe GeoTrAc), CEA CNRS UVSQ
Université Paris-Saclay, 91 190 Gif-sur-Yvette
helene.valladas@lsce.ipsl.fr

VANDEWALLE Chloé

Association Laboratoire d'Archéologie du Lauragais (contractuelle)

Musée Eburomagus, 2 avenue du Razès, 11 150 Bram

VARTANIAN Emmanuel

SAS Re.S.Artes
84 rue du Tondu, 33 000 Bordeaux
emmanuel.vartanian@res-artes.com

VEGA Enrique

LAPA-IRAMAT, CNRS, CEA
Université Paris-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette
enrique.vega@cea.fr

VIDAL Laurent

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Nîmes
561 rue Etienne Lenoir, 30 900 Nîmes
laurent.vidal@inrap.fr

VIQUESNEL-SCHLOSSER Victor

Inrap, Centre de recherches archéologiques de Glisy
32 avenue de l'Étoile du Sud, 80 440 Glisy
UMR 5608 TRACES
victor.viquesnel-schlosser@inrap.fr

VOINCHET Pierre

UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme Préhistorique (MNHN-CNRS-UPVD)
1 rue René Panhard, 75 013 Paris
pvoinch@mnhn.fr

W

WARMÉ Nicolas

Inrap, Centre de recherches archéologiques de La Courneuve
36 rue P. Vaillant Couturier, Bat. 2, 93 120 La Courneuve
Institut de physique du globe de Paris
nicolas.warme@inrap.fr

WIETHOLD Julian

Inrap, Direction scientifique et technique
Cellule Économie Végétale et Environnement (CEVE)
Centre de recherches archéologiques de Metz
12 rue de Méric, CS 80 005, 57 063 Metz cedex 2
julian.wiethold@inrap.fr

WICHA Stéphanie

Inrap, Direction scientifique et technique
Cellule Économie Végétale et Environnement (CEVE)
121 rue d'Alésia, CS 20 007, 75 685 Paris cedex 14
UMR 5140 ASM (Univ. Paul Valéry Montpellier, CNRS)
stephanie.wicha@inrap.fr

Z**ZINK Antoine**

Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF)
Palais du Louvre - Porte des Lions
14 Quai François Mitterrand, 75 001 Paris
antoine.zink@culture.gouv.fr

Suivez-nous
inrap.fr

