

**Instrumentation portable :
quels enjeux pour l'archéométrie ?**

Journée thématique annuelle du réseau CAI-RN du CNRS

Jeudi 24 novembre 2016
Muséum national d'Histoire naturelle

Aujourd'hui, l'instrumentation portable nous accompagne souvent sur sites ou en musées pour l'analyse de vestiges archéologiques ou d'œuvres. Quels que soient les champs thématiques, elle s'est peu à peu établie dans nos pratiques. Pour autant, la recherche méthodologique et instrumentale sur ces outils reste essentielle afin de penser les techniques et méthodes de demain et leur intégration dans notre discipline.

L'objectif de cette journée est de présenter une actualité des recherches autour du développement des instruments de mesure portables et de débattre de leurs conséquences réflexives sur les problématiques en archéométrie et en science de la conservation. Nous élargirons nos perspectives avec des interventions sur des méthodes non ou encore peu répandues dans notre discipline. Enfin nous souhaitons également interroger nos pratiques de recherche à l'aune de la généralisation de l'utilisation des techniques portables.

Programme

9:00 Mot d'accueil. Philippe Dillmann, responsable de CAI-RN
Introduction et présentation du groupe de travail « Techniques et savoir-faire de l'archéométrie ». Marie-Angélique Languille, CRC

Nouveaux développements techniques. Session présidée par Christophe Benech, Archéorient

9:10 LED μ SF : un nouveau système pour l'étude de la fluorescence UV des matériaux. Le cas des peintures anciennes à l'épreuve d'un spectrofluorimètre portable. Aurélie Mounier, CRPAA-IRAMAT

9:40 Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy: application in cultural heritage. Donatella Capitani, CNR

10:10 La portabilité en géophysique : enjeux et stratégies. Lionel Darras, Archéorient

10:40 *Pause café-thé*

Nouveaux développements méthodologiques. Session présidée par Nadia Cantin, CRPAA-IRAMAT

11:10 Photogrammétrie, morphométrie géométrique et archéozoologie : une combinaison d'avenir ? Allowen Evin, ISEM

11:40 Imagerie hyperspectrale pour l'analyse des peintures : état des lieux et nouveaux développements. Laurence de Viguerie, LAMS

12:10 Spectrométrie de fluorescence des rayons X portable : imagerie chimique, quantification, où en est-on ? Thomas Calligaro, C2RMF

12:40 Les spectroscopies vibrationnelles pour l'archéologie et l'art : de l'obtention des spectres aux stratégies avancées de traitement des données. Céline Daher, CRC

13:10 *Déjeuner au restaurant La Baleine*

Perspectives de l'instrumentation portable pour l'archéométrie. Session présidée par Laurianne Robinet, CRC

14:30 Techniques spatiales d'analyse en spectrométrie. François Poulet, IAS

15:00 Nouvelle approche pour la caractérisation d'échantillons archéologiques : l'analyse d'ADN sur le chantier de fouilles. Jean-Marc Elalouf, CEA/Musée de l'Homme

15:30 La microscopie optique tridimensionnelle, de l'imagerie biomédicale à la caractérisation des objets du patrimoine. Gaël Latour, IMNC

Avec nos instruments portables sur sites et en musées : quelles évolutions de nos pratiques et quels effets sur nos recherches ? Table ronde présidée par Ludovic Bellot-Gurlet

16:00 Introduction. Ludovic Bellot-Gurlet, MONARIS

16:10 Témoignages de Stéphanie Leroy, LAPA-IRAMAT
Vincent Detalle, C2RMF
Guillaume Hulin, INRAP
Echanges avec la salle

17:30 Synthèse et conclusion

Résumés des conférences

LED μ SF : un nouveau système pour l'étude de la fluorescence UV des matériaux. Le cas des peintures anciennes à l'épreuve d'un spectrofluorimètre portable.

Aurélie MOUNIER, *IRAMAT-CRPAA, Bordeaux*

Sylvain LAZARE, *ISM, Institut des Sciences Moléculaires, CNRS / Université Bordeaux*
- *UMR 5255, Bordeaux*

Floréal DANIEL, *IRAMAT-CRPAA, Bordeaux*

La spectrofluorimétrie est une méthode sensible, adaptée à l'analyse des matières organiques. Les systèmes communément disponibles permettent de travailler sur des petits objets, des liquides, des poudres ou sur des échantillons déposés sur des lames de quartz. Cependant, l'étude d'œuvres d'art fragiles (peintures sur toile, estampes, manuscrits médiévaux) sur lequel l'échantillonnage est interdit et qui ne peuvent pas être déplacés vers les laboratoires requiert un équipement portable pour l'analyse in situ de l'œuvre, sans contact ni préparation. Le système doit être sensible, non-invasif, de faible encombrement et permettant avec un temps d'analyse court d'effectuer l'acquisition de données. Un nouveau dispositif de spectrofluorimétrie portable utilisant des sources LED (LED μ SF) a été conçu et sa performance évaluée pour la caractérisation in situ des matériaux d'objets du patrimoine culturel. Cet équipement a été récemment breveté.

Le système comporte deux sources d'excitation (LED à 285 nm et 375 nm). Le spot de lumière d'excitation (2 mm) est focalisé sur l'échantillon. Cette disposition confocale de la tête de mesure élimine la plupart de la lumière parasite. Des filtres, à 570 et 750 nm, sont associés à chacune des LEDs pour réduire leur réflexion et leur double (harmonique). Le signal émis par l'échantillon est transmis par une fibre optique reliée à un mini-spectromètre Thorlabs (190-1000 nm). Le choix des LEDs est basé sur diverses études sur l'analyse des liants et des pigments. La longueur d'onde à 285 nm est utilisée pour étudier la fluorescence des pigments bleus ou jaunes (lapis-lazuli, azurite, bleu égyptien, orpiment, jaune de plomb et d'étain, stil-de-grain...) et de certains liants organiques (colles protéiniques, gomme arabique). L'excitation à 375 nm induit la fluorescence de liants lipidiques (jaune d'œuf, huile de lin) et de pigments rouges (minium, cinabre, cochenille...). Les performances de l'appareil pour l'étude des pigments utilisés actuellement dans les peintures anciennes ont été comparées à celles d'un équipement classique de laboratoire.

Les analyses ont défini les bandes caractéristiques de l'émission de fluorescence de certains pigments rouges, bleus et jaunes couramment employés dans les peintures (par exemple, le minium donne un maximum d'émission de fluorescence à 580 nm, le cinabre à 610 nm, la bourdaine à environ 530 nm...). Une base de données des spectres d'émission de fluorescence de divers pigments et colorants déposés sur des lames de quartz, parchemin ou fac-similés est en cours... La question des mélanges et de vieillissement de pigments est également en cours d'étude notamment en vue de l'application de la méthode à une collection estampes japonaises (collection Torralba, Musée de Saragosse) où colorants et mélanges sont très employés.

Nuclear Magnetic Resonance in Cultural Heritage

Donatella CAPITANI, *Magnetic Resonance Laboratory "Annalaura Segre", Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, Rome*

V. DI TULLIO, N. PROIETTI, *Magnetic Resonance Laboratory "Annalaura Segre", Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, Rome*

There is an always growing understanding that the characterization of the state of conservation, the knowledge of the causes of degradation of materials, the development of new methods and materials aimed at lengthening the life time of the artifacts, are mandatory in the correct safeguard of Cultural Heritage. The monitoring and investigation of artifacts is of help in preventing or delaying the degradation. In recent years Nuclear Magnetic Resonance (NMR) techniques have been increasingly applied to investigate, characterize and monitor objects of interest for Cultural Heritage [1-3]. Actually NMR is not confined to a few specific applications, but its use can be successfully extended to a wide number of different issues regarding Cultural Heritage. A breakthrough has surely been the development of portable NMR instrumentation. These devices can be applied directly on large objects such as frescoes, monuments, and in general any buildings fully preserving the integrity and the dimension of the object under investigation. The measured NMR parameters are important to establish the state of degradation of objects, to evaluate the performances of consolidation and water repellent treatments on porous materials, to monitor the detachment of the painted layer from the plaster, to quantitatively map the dampness in wall paintings. A further development of portable NMR devices is the availability of sensors to produce NMR stratigraphy with microscopic spatial resolution for investigating the layer structure of artifacts with micrometric resolution.

Blümich, B.; Perlo, J.; Casanova, F. Mobile single-sided NMR. *Progr. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc.* 2008, 52, 197-269.

Capitani, D.; Di Tullio, V.; Proietti, N. Nuclear Magnetic Resonance to characterize and monitor Cultural Heritage, *Progr. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc.* 2012, 64, 29-69.

J. Mitchell, P. Blümer, P.J. McDonald, Spatially resolved nuclear magnetic resonance studies of planar samples, *Progr. Nucl. Magn. Reson.* 2006, 48, 161-181.

Portabilité en Géophysique - Enjeux et stratégies

Lionel DARRAS, *Archéorient, Lyon*

Le développement récent d'instrumentation dans le domaine de la géophysique a essentiellement eu pour but d'augmenter le rendement des prospections géophysiques sur des grandes surfaces tout en restant dans la résolution indispensable pour l'archéologie. Ces solutions techniques sont efficaces, mais elles ont aussi leurs limites ... elles sont effectivement souvent volumineuses et lourdes. Il y a donc bel et bien un enjeu important de la portabilité de l'instrumentation géophysique afin que ce matériel instrumental soit utilisable partout. Par conséquent, dans quelles directions peut-on essayer d'améliorer

cette instrumentation géophysique? Et quels moyens peut-on se donner? C'est dans le but de répondre à toutes ces questions qu'un travail continu est en cours et déjà quelques idées ou solutions peuvent être présentées.

**Photogrammétrie, morphométrie géométrique et archéozoologie :
une combinaison d'avenir ?**

Allowen EVIN, *ISEM, Montpellier*

La photogrammétrie est depuis longtemps utilisée pour reconstruire des modèles tridimensionnels d'artéfacts archéologique mais dans quelle mesure ces modèles peuvent être utilisés pour les études archéozoologiques nécessite un examen approfondi.

Dans le contexte de la recherche sur la domestication du chien, nous avons cherché à modéliser des crânes de loups à l'aide d'une approche de photogrammétrie en s'intéressant particulièrement à la coloration, la texture et à la géométrie des modèles obtenus. Ces modèles devaient être assez précis pour pouvoir être utilisés dans des études de morphométrie géométrique permettant d'analyser finement les différences de taille et de conformations crâniennes.

Nous avons comparé les modèles obtenus à l'aide de la photogrammétrie à des modèles obtenus à l'aide d'un scanner surfacique de haute résolution et utilisés comme géométrie de référence.

La photogrammétrie permet de réaliser facilement des modèles 3D précis d'un point de vue géométrique rendant possible des analyses fines de morphométrie en particulier de morphométrie géométrique. La photogrammétrie apparaît donc comme un outil idéal à de nombreux égards pour les études archéozoologiques et archéologiques en général.

**Imagerie hyperspectrale pour l'analyse des peintures :
état des lieux et nouveaux développements**

Laurence DE VIGUERIE, *LAMS, Paris*

L'imagerie hyperspectrale consiste à acquérir des informations spatiales et spectrales sur un objet : à chaque pixel de l'image, un spectre de réflectance de la lumière est mesuré de manière continue, avec une grande résolution spectrale. Il s'agit d'un outil performant pour l'analyse chimique des peintures ; cependant son utilisation génère un grand nombre de données dont le traitement est à adapter suivant chaque œuvre et selon les questions posées. Ainsi, qu'il s'agisse de retrouver des traces de polychromie perdues, une couleur disparue ou d'identifier les composés de la matière picturale, la procédure de traitement n'est pas la même. La recherche actuelle vise donc à optimiser et affiner ces procédures afin de simplifier l'interprétation des données mais aussi de mieux évaluer quelles informations peuvent être extraites de chaque type d'œuvres.

**Spectrométrie de fluorescence des rayons X portable :
quantification, imagerie, où en est-on ?**

Thomas CALLIGARO, *C2RMF, Paris*

La technique fluorescence de rayons X (XRF) mise en œuvre à l'aide d'équipements mobiles du commerce s'est considérablement répandue dans le champ de l'archéométrie. Cet engouement s'explique du fait que ces instruments fondés sur des détecteurs refroidis électriquement et des générateurs de rayons compacts sont aujourd'hui d'un coût accessible et offrent une portabilité et une autonomie permettant l'analyse élémentaire sur le terrain. De par leur conception, ils présentent toutefois un compromis qui impacte la qualité des résultats et limite l'analyse de détails ou de petits objets. En effet, si la méthode XRF est facile à mettre en œuvre, la quantification - en particulier de matériaux altérés - reste une question sensible, au point où la communauté archéométrique s'interroge sur la qualité et la fiabilité des résultats toujours plus nombreux publiés dans la littérature. Cette intervention explique pourquoi les concentrations délivrées par l'appareil peuvent être erronées et fournit des solutions alternatives et vérifiables pour calculer les concentrations à partir des spectres basées sur des programmes Opensource. L'autre limitation concerne les détails fins comme des décors d'objets, pour lesquels la résolution spatiale limitée généralement à quelques millimètres peut s'avérer insuffisante. Pour prendre en compte d'hétérogénéité des objets, la cartographie par balayage *raster* du point d'analyse, initialement développée avec des instruments XRF de laboratoire a été transposée aux instruments portables dans l'objectif de restituer toute leur complexité et richesse informative.

De nouveaux instruments ont été spécialement conçus pour l'archéométrie, notamment dans le cadre de collaborations à l'échelle européenne (MOLAB). Deux exemples illustreront les questionnements évoqués. L'analyse précise de matériaux complexes et altérés sera illustrée par la caractérisation *in situ* de tesselles en verre de mosaïques du site de Délos en Grèce. Les possibilités de l'imagerie par XRF à haute résolution seront mises en évidence avec la cartographie élémentaire de tableaux de Léonard de Vinci qui a permis de mettre en évidence des techniques picturales particulières, de distinguer les zones originales des repeints et de suivre au quotidien l'allègement du vernis lors de la restauration de ces œuvres.

F. Licenziati, T. Calligaro Study of mosaic glass tesserae from Delos, Greece using a combination of portable μ -Raman and X-ray fluorescence spectrometry, *J. Archaeological Science Rep.* 7 (2016) 640

E. Ravaud, L. Pichon, E. Laval, V. Gonzalez, M. Eveno, T. Calligaro, Development of a versatile XRF scanner for the elemental imaging of paintworks, *Appl. Phys.* A122 (2016) 17

C. Miliani, F. Rosi, B. G. Brunetti and A. Sgamellotti? In Situ Noninvasive Study of Artworks : The MOLAB Multitechnique Approach, *Acc. Chem. Res.* 43/6 (2010), 728

Les spectroscopies vibrationnelles pour l'archéologie et l'art : de l'obtention des spectres aux stratégies avancées de traitement des données

Céline DAHER, *CRC, Paris*

L'utilisation des spectroscopies vibrationnelles dans le domaine du patrimoine archéologique et muséal est aujourd'hui un acquis. En effet, la spectroscopie infrarouge à Transformée de Fourier permet d'obtenir des informations sur les matériaux organiques, qui montrent généralement en Raman un fond de fluorescence dominant le signal vibrationnel. La spectroscopie Raman est alors privilégiée pour l'étude de pigments et matières minérales. Les appareils portables utilisés sur site proposent un choix de paramètres simplifié par rapport aux instruments de laboratoire, permettant une mise en œuvre rapide des mesures.

Cet avantage peut devenir une contrainte puisque les spectres obtenus peuvent être légèrement modifiés (signal plus faible, fluorescence importante, résolution spectrale moindre, bandes déformées, *etc.*) Pour pallier ces inconvénients les données peuvent être traitées en amont, « normalisées » afin de pouvoir être confrontées à des bases de données, et transformées avant de subir différents développements méthodologiques visant à identifier, différencier, caractériser ou encore classer les matériaux analysés.

Techniques spatiales d'analyse en spectrométrie

François POULET, *Institut d'Astrophysique Spatiale, Orsay*

J'aborderai les techniques d'observation embarquées ou *in situ* des surfaces planétaires qui permettent de contraindre la composition minéralogique, élémentaire et chimique des échantillons étudiés. Des exemples d'instruments volant à bord de missions spatiales passées, en cours et futurs (Cassini-Huygens vers Saturne et Titan, Rosetta/Philae vers la comète Churyumov-Gerasimenko, les rovers et orbiteurs martiens) seront présentés. L'accent sera mis sur la notion de chaîne de prélèvement-préparation-analyse-détection, sur les complémentarités entre mesures *in situ* et télédétection, et enfin sur l'analyse conjointe de données spatiales et l'utilisation de bases de données de références de laboratoire.

Ancient DNA analysis on the excavation site, a new approach for the characterization of paleontological remains

Jean-Marc ELALOUF, *IBiTec-S, CEA Saclay / CNRS-UMR 7206, Musée de l'Homme, Paris*

Mélanie Flaender, *DRT/ LETI/ Laboratoire Biologie et Architecture Microfluidique, CEA Grenoble*, Delphine Plaire, *IBiTec-S, CEA Saclay / CNRS-UMR 7206, Musée de l'Homme, Paris*, Josie Lambourdiere, *Service de Systématique Moléculaire, UMS 2700 CNRS-MNHN, Paris*, Jérôme Ventosa, *DRT/ LETI/ Laboratoire Biologie et Architecture Microfluidique, CEA Grenoble*, Remco Den Dulk, *DRT/ LETI/*

Laboratoire Biologie et Architecture Microfluidique, CEA Grenoble, Anne-Gaëlle Bourdat, DRT/ LETI/ Laboratoire Biologie et Architecture Microfluidique, CEA Grenoble, Jean-Baptiste Mallye, CNRS-UMR 5199, PACEA, Université de Bordeaux, Myriam Boudadi-Maligne, CNRS-UMR 5199, PACEA, Université de Bordeaux,

Mobile devices for DNA analysis have been used for medical diagnostics, detection of plant or animal pathogens and biodefense research, but no attempt has been made to take benefits of such systems for ancient DNA analysis. In this study, we evaluated the potential of microfluidics technology to analyze the DNA content of samples recovered from the Malvidier cave (Dordogne, France) during an excavation campaign. The mobile microfluidics devices were set up 20-m away from the cave site and consisted in an automated system for sample gridding, and in a platform for real-time PCR analysis. Coprolite fragments recovered from the cave were analyzed for cave hyena (*Crocuta crocuta*), grey wolf (*Canis lupus*), and red fox (*Vulpes vulpes*) DNA using specific TaqMan-PCR probes. The whole process, from sample collection in the cave to DNA analysis, was completed in three hours. We evidenced DNA for the cave hyena, but not for the grey wolf or the red fox, in coprolite fragments retrieved from the ground, from the sidewall of an excavated area, and in small granular material recovered through sieving of the bulk sediments. Complementary PCR studies carried out in the laboratory using conserved carnivore primers and sequencing analysis confirmed that the coprolite fragments contained cave hyena, but not grey wolf or red fox DNA. Our study demonstrates the feasibility of on-site DNA analysis of the material recovered from an archeological site. In Malvidier, the DNA data provide the first evidence for the occupation of the cave by the hyena, possibly during or before the Aurignacian. Since our analytical procedure is carried out on amounts of material in the mg range, it is expected to be useful for the authentication of archeological sites, and the real-time characterization of excavated paleontological remains.

La microscopie optique tridimensionnelle, de l'imagerie biomédicale à la caractérisation des objets du patrimoine

Gaël LATOUR, *IMNC, Université Paris-Sud, CNRS, Orsay*

L'un des enjeux fondamentaux de l'imagerie dans le domaine biomédical est d'accéder à un diagnostic en temps réel et de manière non-invasive. Dans le cas de biopsies, les techniques permettant d'éviter les étapes de préparation (fixation, découpes et coloration) sont attrayantes. L'imagerie optique répond à ces différents critères et permet en outre de réaliser une imagerie tridimensionnelles des tissus mais avec une limitation réelle liée à la profondeur de pénétration des rayonnements optiques dans le visible ou le proche infrarouge.

Depuis quelques années, les techniques d'imagerie optique tridimensionnelle ont montré leur potentiel pour l'analyse d'objets patrimoniaux avec des contraintes qui sont similaires à celles liées à l'étude des tissus biologiques.

La tomographie par cohérence optique (OCT) permet d'accéder à une imagerie 3D avec

une résolution de l'ordre du micromètre. L'origine du contraste des images obtenues provient des variations d'indice de réfraction au sein de l'échantillon. Quant à la microscopie optique non-linéaire (également appelée microscopie multiphoton) elle est basée sur une interaction non-linéaire entre le faisceau incident et l'objet. Les images obtenues ont la même résolution spatiale et sont outre plus spécifiques.

Ces deux techniques d'imagerie optique seront présentées et ainsi que les résultats prometteurs obtenues pour les objets patrimoniaux. Les perspectives et les freins technologiques pour en faire des techniques portables seront évoqués.

Latour, Robinet *et al.*, Scientific Reports (2016)

Latour *et al.*, Opt. Express (2012)

Latour *et al.*, J. Appl. Opt. (2009)

Une expérience de l'utilisation de la pXRF sur sites métallurgiques au Cambodge : influences sur la stratégie de prospection

Stéphanie LEROY, *LAPA-IRAMAT, Saclay*

Depuis quelques années, plusieurs expériences de terrain ont été menées par le LAPA-IRAMAT afin de connaître les potentialités et avantages de l'utilisation de la technique XRF portable (pXRF) pour l'étude chimique in-situ de matériaux ferreux archéologiques et géologiques (scories et minerais). Cette démarche de terrain a pour but de caractériser les productions identifiées sur le terrain et s'inscrit plus globalement dans le cadre de recherches qui cherchent à éclairer les stratégies d'exploitation et de gestion ainsi que les réseaux d'approvisionnement dans les sociétés anciennes.

La pXRF a la capacité de fournir des solutions d'analyses chimiques portables pour un grand nombre d'échantillons issus des matériaux ferreux retrouvés sur sites. Cette solution permet la comparaison des compositions chimiques associées à des exploitations ou des technologies distinctes. Néanmoins, l'intérêt de cette méthode peut aussi apparaître limité lorsque l'on sait qu'un retour au laboratoire est toujours possible pour les échantillons, d'autant plus si les résultats analytiques obtenus a posteriori ne sont pas amenés à influencer les observations de terrain. A l'inverse, lorsque la méthode est mise en œuvre dans le cadre d'une démarche de prospection intensive, elle présente un avantage prépondérant car elle peut permettre d'améliorer la compréhension des sites et d'orienter, voire d'influencer, les stratégies de prospections des archéomètres et des archéologues.

La région du Phnom Dek au Cambodge, à une centaine de kilomètres à l'est d'Angkor, a été le témoin d'une intense activité de production métallurgique du fer du IX^e au XIX^e siècle. En Mai 2016, une démarche prospective archéologique et analytique a été mise en place afin d'identifier les zones de productions, de caractériser les sites et de sélectionner un nombre très limité d'échantillons destinés à être exportés en France pour une étude plus complète. Les conditions de terrain, les contraintes associées au contexte et le nombre important de sites découverts sont autant d'éléments

qui nous ont poussés à élaborer une démarche prospective analytique spécifique. Cette approche a par ailleurs permis d'orienter les stratégies journalières pour les prospections. Nous partagerons cette expérience de terrain dans le cadre de cette table ronde.

**L'Equipex Patrimex :
un laboratoire mobile dédié à l'étude de tous les patrimoines**

Vincent DETALLE, *C2RMF, Paris*

David GIOVANNACCI, Dominique MARTOS-LEVIF, Elsa BOURGUIGNON, Delphine SYVILAY, Xueshi BAI, Barbara TRICHEREAU, Olivier MALAVERGNE, Alexandre FRANÇOIS, Stéphanie DUCHÊNE, Emmanuel POIRAUT

Le LRMH a été à l'initiative en 2012 de l'EquipEx (EQUIPement d'EXcellence) PATRIMEX avec les universités de Cergy-Pontoise et de Versailles/Saint-Quentin, le laboratoire Ipanema, le CRC et le C2RMF. Cet équipement d'excellence bénéficie d'une dotation de 6,5 millions d'euros dans le cadre des investissements d'avenir. PATRIMEX est une plateforme multi-site dédiée à la science de la conservation du patrimoine matériel sous toutes ses formes. Cet équipement est étroitement relié au LabEx PATRIMA, constitué d'un réseau croisant les sciences humaines et sociales, et les sciences de l'ingénieur, avec pour triple objectif de mieux :

- 1/appréhender les caractéristiques à la fois physiques, historiques et culturelles des matériaux composant le patrimoine culturel ;
- 2/comprendre l'influence de l'environnement sur ces objets ;
- 3/connaître les techniques de restauration anciennes et en élaborer de nouvelles, avec des matériaux innovants et des méthodes moins invasives.

Parmi les éléments financés, on retrouve notamment un laboratoire mobile et le développement de systèmes portables non intrusifs d'analyse des matériaux ou le couplage de techniques spectroscopiques tel que le LIBS/LIF/RAMAN. Une partie de ces éléments a été intégrée dans le laboratoire mobile européen MOLAB, qui opère dans le cadre du projet européen IPERION-CH.

L'utilisation des instruments de mesure portables en archéologie préventive

Guillaume HULIN, *INRAP, Paris*

Avec environ 2000 opérations d'archéologie préventive gérées par l'Inrap chaque année, l'utilisation d'outils de mesure directement sur le terrain est un enjeu majeur pour l'institut aussi bien pour les aspects scientifiques que pour l'élaboration des stratégies de fouille. Ainsi, si, dans de nombreux cas, les mesures de terrain ne peuvent se substituer intégralement aux mesures faites en laboratoire, elles permettent a minima de mieux cibler les problématiques archéologiques dès la phase terrain et d'aiguiller au mieux la conduite de l'opération. Les analyses géophysiques et géochimiques constituent des applications évidentes d'archéométrie de terrain utilisées ou susceptibles d'être utilisées

par l'Inrap que l'on peut élargir à la restitution 3D par les techniques de relevé Laser 3D ou de photogrammétrie. Les contraintes liées à l'archéologie préventive nécessitent, dans certains cas, d'adapter ces différents outils pour répondre au mieux aux questions posées.

Informations pratiques

La journée se déroule dans l'auditorium de la Grande Galerie de l'Evolution du Muséum national d'Histoire naturelle.

Déjeuner Le déjeuner a lieu au restaurant La Baleine sur le site du Jardin des Plantes. Du fait du nombre de places limité, seulEs les participantEs ayant reçu le plan d'accès au restaurant La Baleine sont invitéEs à rejoindre le restaurant dès 13h15.

Organisation

Cette journée est organisée par le groupe de travail "Techniques et savoir faire de l'archéométrie" du réseau métier CAI-RN du CNRS :

- Christophe BENECH, Archéorient, Lyon
- Nadia CANTIN, Institut de Recherche sur les Archéomatériaux – Centre de recherche en physique appliquée à l'archéologie, Bordeaux
- Marie-Angélique LANGUILLE, Centre de Recherche sur la Conservation, Paris
- Arnaud MAZUI, Cultures et Environnements. Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge, Nice
- Laurianne ROBINET, Centre de Recherche sur la Conservation, Paris
- Antoine ZAZZO, Archéozoologie, Archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements, Paris

Retrouvez l'activité de ce groupe de travail sur le site du réseau <http://archeometrie.cnrs.fr>.

Liste des participantEs inscritEs

NOM	Prénom	Institution
ALFELD	Matthias	LAMS - UMR8220 CNRS/UPMC
ANDRAUD	Christine	CRC
AUCOUTURIER	Marc	C2RMF
AZÉMA	Aurélia	LRMH
AZEMARD	Clara	MNHN
BADOU	Aïcha	MNHN-Station Marine de Concarneau
BAI	Xueshi	C2RMF
BECK	Lucile	CEA Saclay, Laboratoire de Mesure du C14
BELHADJ	Oulfa	CRC
BELLINA	Berenice	Maison Archéologie et Ethnologie UMR7055
BELLOT-GURLET	Ludovic	UPMC - UMR8233 MONARIS
BENECH	Christophe	Archéorient
BIRON	Carole	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
BLANCHET	Guillaume	CRAHAM UMR6273
BLET-LEMARQUAND	Maryse	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
BOREL	Anthony	MNHN
BRISAUD	Didier	LRMH
BRUNEL	Lucile	C2RMF
CALLIGARO	Thomas	C2RMF
CAMIZULI	Estelle	EDYTEM
CANTIN	Nadia	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
CAPITANI	Donatella	CNR
CASSAN	Ilenia	ArtAnalysis sas
CASTELLE	Manon	C2RMF
CHANTERAUD	Claire	EDYTEM - Université Savoie Mont Blanc
CHAPOULIE	Rémy	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
CHOA	Omar	MNHN
CONNAN	Marion	UMR7041 ArScAn
CROUZET	Marine	Archeomed
DAHER	Céline	CRC
DARRAS	Lionel	Archéorient
DAUTUN	Ayglie	Université Paris XII
DAYET-BOULLOT	Laure	
DE SEAUVE	Victor	CRC
DE VIGUERIE	Laurence	LAMS - UMR8220 CNRS/UPMC
DEBUE	Karyne	MNHN
DELBAY	Thomas	UMR7041 ArScAn
DETALLE	Vincent	C2RMF
DILLMANN	Philippe	LAPA-IRAMAT
DUPONT	Anne-Laurence	CRC
DURANTON	Maroussia	Institut National du Patrimoine
ELALOUF	Jean-Marc	CEA Saclay, Musée de l'Homme
EMPEREUR	Jean-Yves	USR3134
EVIN	Allowen	ISEM
FANOST	Agathe	LAMS - UMR8220 CNRS/UPMC
FIKRI	Imane	MNHN
GARIANI	Gianluca	C2RMF
GARNIER	Chantal	CRC
GEIGL	Eva-Maria	UMR7592

GENACHTE-LE BAIL	Anne	Institut National du Patrimoine
GIMAT	Alice	LAMS - UMR8220 CNRS/UPMC
GIOVANNACCI	David	LRMH
GOSSELIN	Renaud	UMR8215
GOY	Julie	
HANON	Raphaël	MNHN
HODEAU	Jean-Louis	Institut Néel
HULIN	Guillaume	INRAP
ITIÉ	Estelle	ArtAnalysis sas
JABER	Maguy	UPMC
KALAYAR	Myat Myat Htwe	UMR7055
LACLAVETINE	Kilian	C2RMF
LANGUILLE	Marie-Angélique	CRC
LATOUR	Gaël	IMNC
LE CARLIER	Cécile	UMR 6566 CReAAH
LE HÔ	Anne-Solemn	C2RMF
LE MEUR	Clémence	EPHE
LEGRAND-PINEAU	Alexandra	USR3225
LEROY	Stéphanie	LAPA-IRAMAT
LOTZ	Hélène	UPEC
LOUVET	Jérôme	Maison Archéologie et Ethnologie
MARIE-VICTOIRE	Elisabeth	LRMH
MASHKOUR	Marjan	MNHN
MAZUY	Arnaud	CEPAM
MERTZ	Jean-Didier	LRMH
MICHELIN	Anne	CRC
MOUNIER	Aurélien	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
NOWIK	Witold	C2RMF
OLLIER	Vincent	
PANCZER	Gérard	ILM UMR5306
PASCO	Hélène	LAMS - UMR 8220 CNRS/UPMC
PERRIN	Christine	MNHN
PETITMANGIN	Aline	LISA/UPEC
PIANET	Isabelle	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
PLASSON	Nicolas	
POULET	François	IAS
PRAT	Sandrine	UMR7194
PRYCE	Thomas Oliver	UMR7055
QUEFFELEC	Alain	PACEA
QUILES	Anita	Institut Français d'archéologie Orientale
RADEPONT	Marie	LAMS - UMR8220 CNRS/UPMC
RICHARDIN	Pascale	C2RMF
ROBCIS	Dominique	C2RMF
ROBINET	Laurianne	CRC
ROCHUT	Sophie	LAMS - UMR 8220 CNRS/UPMC
ROUCHON	Véronique	CRC
SANGLADE	Thomas	
SCHMELTZ	Margaux	Laboratoire d'Optique et Biosciences
SEPULVEDA	Marcela	Universidad de Tarapaca, Instituto de Alta Investigación, Chili
SYVILAY	Delphine	LRMH
TABBAGH	Alain	UPMC UMR7619 Métis
TEULON	Claire	LOBEP
THIESSON	Julien	UPMC

THIRION-MERLE	Valérie	UMR ArAr MOM
TOURNÉ	Aurélié	CRC
TRICHEREAU	Barbara	LRMH
URBANOVA	Petra	IRAMAT-CRP2A - UMR 5060
VAN ELSLANDE	Elsa	LAMS - UMR 8220 CNRS/UPMC
VANPEENE	Saskia	
VEGA	Enrique	CEA Saclay, LAPA
VILMONT	Léon-Bavi	CRC
ZAZZO	Antoine	Archéozoologie-Archéobotanique