

Rédacteur:
Christian Degrigny
christian.degrigny@gmail.com
Adjoint de rédaction:
James Crawford
jamesbcrawford76@gmail.com
& james.crawford@gov.mt

METALConsu-info



Bulletin de Recherche sur la Conservation-restauration du M^Etal

Aout 2007

BROME C 23

Editorial

L'organisation de la conférence METAL07 prenant toute notre énergie, ce nouveau numéro de BROME C est assez court.

Vous y trouverez la présentation d'un intéressant projet de recherche pluridisciplinaire, ODéFA, monté par des laboratoires français dans le but de comprendre pourquoi la corrosion de certains objets archéologiques en fer reste active malgré les traitements de stabilisation. Deux techniques de stabilisation sont considérées : l'immersion dans des solutions chauffées de NaOH et la polarisation cathodique dans du KOH.

Le développement récent de l'outil eCell pour suivre les processus électrochimiques in-situ tout en analysant la surface des métaux à l'aide de radiations Synchrotron continue à apporter des informations très intéressantes sur le comportement des alliages cuivreux chlorurés pendant leur stabilisation dans des solutions de sesquicarbonate de sodium. Les derniers travaux sur la protection des objets en plomb à l'aide du carboxylate de sodium sont présentés dans ce bulletin.

Le musée de la Musique à Paris lance une recherche sur les techniques de fabrication des objets de ses collections. Deux projets sont présentés ici sur les cordes des pianos et sur les revêtements des instruments de Sax.

Comme d'habitude, nous espérons que ce numéro vous intéressera et vous sera utile.

Editeur

Christian DEGRIGNY







Assistant d'édition

James CRAWFORD





(traduit par Marie-Anne Loeper-Attia et Nathalie Richard)

Sommaire

Projets de recherche en cours

-   Programme ODéFA : optimisation de la déchloruration des ferreux archéologiques 3
-  /  Etude combinée électrochimique et analytique par SR-DRX du revêtement de carboxylate de plomb pour la protection des biens culturels en plomb. 5
-  /  Le contrôle in-situ de la corrosion du cuivre par une cellule électrochimique automatique. 6

Nouveaux projets de recherche

-   Caractérisation des matériaux de revêtement et des techniques utilisés pour les instruments du facteur Sax. 8
-   Caractérisation de cordes de pianos Erard 9

Projets de recherche en cours

Programme ODéFA : optimisation de la déchloruration des ferreux archéologiques (Arc'Antique / SOLEIL / IRAMAT / LPS/ LEMMA / LRMH / LCRR-CAV)

Si les traitements de stabilisation des objets archéologiques ferreux chlorurés semblent efficaces, les mécanismes d'extraction des chlorures restent mal connus. Sur le long terme, certains objets présentent des reprises de corrosion qui révèlent la présence résiduelle de chlorures. Une meilleure connaissance des mécanismes mis en jeu lors de ces traitements permettrait non seulement de s'assurer que l'arrêt du traitement correspond à la stabilisation à long terme des objets mais elle permettrait également d'optimiser les paramètres des conditions opératoires afin de diminuer le temps de traitement sans risque de reprise de corrosion.

Pour mieux appréhender cette problématique, plusieurs laboratoires se sont rassemblés pour réaliser le programme ODéFA dans le cadre des Programmes Nationaux de Recherche sur la Connaissance et la Conservation des Matériaux du Patrimoine Culturel (PNRC), soutenus par le Ministère Français de la Culture. La force de ce projet est de pouvoir réunir des acteurs spécialisés dans la conservation - restauration des objets archéologiques (Arc'Antique, LCRR de Draguignan et le LRMH) avec des chercheurs spécialisés dans la compréhension des mécanismes de corrosion du fer à travers la caractérisation des produits de corrosion (LEMMA, Laboratoire Pierre Süe (CEA Saclay) et SOLEIL). Le savoir-faire, lié à la déontologie de la conservation du patrimoine, est ainsi complété par les connaissances et les techniques d'analyses de pointe dont disposent les laboratoires de recherche.

Dans le cadre de ce projet, deux types d'échantillons sont mis à disposition :

- des objets archéologiques ferreux terrestres (clous provenant du site de Glinet (76)),
- des objets archéologiques ferreux marins (lingots provenant du site au large des Saintes Maries de la Mer (13), mis à disposition par Luc Long, DRASSM).

Ces objets subissent les traitements de stabilisation appliqués habituellement dans le LCRR de Draguignan (immersion dans la soude à 50°C) et le laboratoire Arc'Antique (polarisation cathodique dans la potasse). Puis ils sont caractérisés avant, pendant et après traitement par les laboratoires Arc'Antique, LEMMA, Laboratoire Pierre Süe (CEA Saclay) et SOLEIL, à l'aide de la spectroscopie en dispersion d'énergie combinée au MEB et de techniques microfaisceaux d'analyses des structures telles la microdiffraction des rayons X et la microspectroscopie Raman.

Les premiers résultats obtenus sur les clous de Glinet montrent une faible quantité de chlorures, ces objets sont donc inadaptés pour comprendre l'extraction des chlorures. Les premières études menées dans le projet se sont donc concentrées sur les objets issus du milieu marin. Les suivis du taux de chlorures dans les bains de traitements des lingots des Saintes Maries montrent des quantités très élevées de chlorures. Les premiers résultats d'analyses ont permis d'identifier les différents produits de corrosion et de les localiser. Les chlorures sont initialement localisés dans la couche interne majoritairement sous forme de $(\beta\text{-Fe}_2(\text{OH})_3\text{Cl})$ et en quantité moindre d'akaganéite ($\beta\text{-FeOOH}$) mélangé avec de la magnétite (Fe_3O_4). La présence de chlore n'est en revanche pas détectée dans la gangue. Dès le début de traitement (15 jours pour la polarisation cathodique), le chlore n'est plus autant présent dans la couche de corrosion et n'est plus détecté que dans des zones localisées, à savoir dans des poches de quelques dizaines de micromètres dans la couche de produits de corrosion, à l'interface métallique ou dans les produits de corrosion formés le long des inclusions contenues dans la matrice métallique cependant les courbes de déchloruration continuent à montrer des teneurs de chlorures extraits très élevées. Lors de ce traitement électrolytique, les produits de corrosion chlorurés ($\beta\text{-FeOOH}$ et $\beta\text{-Fe}_2(\text{OH}_3\text{Cl})$) seraient transformés en goethite, en magnétite et en oxy-hydroxydes de fer faiblement cristallisés. Les analyses se poursuivent pour mieux comprendre l'évolution des produits de corrosion pendant l'extraction des chlorures par polarisation cathodique et par immersion dans la soude à 50°C.

Contacts : E. Guilminot (Arc' Antique), S. Reguer (SOLEIL), D. Neff (IRAMAT and LPS), C. Rémazeilles (LEMMA), F. Mirambet (LRMH), P. Dillmann (IRAMAT and LPS), P. Refait (LEMMA), N. Huet (Arc' Antique), F. Nicot (LCRR-CAV), F. Mielcarek (LCRR-CAV) et J. Rebière (LCRR-CAV).

Financement : Ministère de la Culture, France.

Projets de recherche en cours



Etude combinée électrochimique et analytique par SR-DRX du revêtement de carboxylate de plomb pour la protection des biens culturels en plomb (DP-UW / DAC-GU)

Le patrimoine européen en plomb qui va des simples ornements aux grandes pièces d'art et de technique comme les tuyaux d'orgues est en danger de disparition en raison des phénomènes de corrosion développés. En effet, les tuyaux d'orgue en plomb sont certainement les pièces les plus menacées : leur son dépend directement du matériau, ainsi que de sa forme, de ses dimensions et de son état [1]. Le plomb est sérieusement affecté par la présence, dans son environnement, d'acides organiques (formique, acétique...), dont une des sources est le bois d'origine ou de restauration qui constitue en partie l'instrument (e. g. bois des réservoirs).

Appliquer un revêtement sur les objets en plomb pour les protéger pose beaucoup de difficultés ; des revêtements mal choisis peuvent entraîner des changements irréversibles de l'apparence et de la fonction, ainsi que des dégradations encore plus rapides. C'est seulement après une étude méticuleuse qu'on pourra se sentir assez confiant pour appliquer un revêtement. Le procédé de revêtement par carboxylate présente l'avantage d'être simple. Le plomb est trempé dans une solution non toxique de décanoate de sodium [2]. Le résultat donne un revêtement sombre, proche de l'apparence d'un plomb ancien. Dans cette étude, nous mesurons l'évolution des couches et de leurs caractéristiques protectrices par diffraction des rayons X (DRX) [3], spectroscopie d'impédance électrochimique (EIS), microscopie électronique à balayage (MEB) et mesure du gain de masse.

Nous avons utilisé une cellule environnementale innovante (la eCell [4]), spécialement développée pour la caractérisation des surfaces métalliques brutes et hétérogènes et la caractérisation des méthodes de conservation par techniques synchrotron. La cellule peut être utilisée pour l'électrochimie (i. e. dans une solution électrolytique) ainsi que pour exposition à un environnement de vapeurs d'acide acétique, chaque fois avec des mesures simultanées de la surface du plomb par les techniques aux rayons X.

Les premiers résultats [3,5], obtenus à l'European Synchrotron Radiation Facility, montrent que l'évolution du revêtement carboxylate peut être contrôlée en temps réel par SR-DRX, en parallèle avec l'EIS et les mesures de potentiels d'abandon. Les deux premières techniques apportent des informations quantitatives sur la qualité du revêtement, la troisième peut être utile pour contrôler son dépôt de manière simple et adaptées aux conditions d'un laboratoire de conservation-restauration ou d'un autre site quelconque. L'étude des réactions à une exposition importante de vapeurs d'acide acétique (~ 3% pds d'acide acétique/pds d'air à 70 % d'HR) ont amené à améliorer la méthode pour produire la solution de décanoate de sodium et à obtenir un revêtement encore plus résistant à la corrosion.

Références:

[1] Pour plus d'information, voir le site du projet FP5 COLLAPSE : www.goart.gu.se/collapse/

[2] E. Rocca, C. Rapin et F. Mirambet, Inhibition treatment of the corrosion of lead artefacts in atmospheric conditions and by acetic acid vapour: use of sodium decanoate, *Corrosion Science* 46 (2004) 653-665

[3] www.esrf.eu/files/Highlights/HL2006.pdf (pages 75-76)

[4] M. G. Dowsett et A. Adriaens, Cell for Simultaneous Synchrotron Radiation X-ray diffraction and electrochemical corrosion measurements on cultural heritage metals and other materials, *Analytical Chemistry* 78 (2006) 3360-3365

[5] Présentation à la conférence et dans les actes de Metal 07 (Amsterdam, Pays-Bas, Septembre 2007).

Contacts: Mark Dowsett (DP-UW), Annemie Adriaens & Bart Schotte (DAC-GU)

Financements: Une nouvelle version de la eCell aux capacités analytiques innovantes (luminescence optique excitée par rayons X) sera développée grâce à l'aide du Fonds Paul Instrument (Royal Society, UK), et du Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO) (Belgium). Le travail sera ensuite financé dans le cadre d'un projet ESRF en collaboration avec Robert van Langh (Rijksmuseum, Amsterdam) et Carl Johan Bergsten (GOArt, Göthenburg).

Projets de recherche en cours



Le contrôle *in-situ* de la corrosion du cuivre par une cellule électrochimique automatique (DAC-GU / DP-UW)

Comme beaucoup d'autres métaux, le cuivre se corrodé lorsqu'il est en contact avec un environnement agressif. En particulier, les objets archéologiques en cuivre corrodés trouvés dans des milieux humides et salins sont très sensibles au développement de la corrosion. Les objets sont généralement stockés dans de l'eau de ville ou dans des solutions de sesquicarbonate de sodium pour extraire les chlorures qu'ils renferment. Cependant, ce traitement aboutit souvent à une instabilité des objets : transformation chimique de la patine naturelle et développement de corrosion active. L'occurrence des effets secondaires montre bien que le contrôle de ces traitements reste une nécessité.

Les auteurs présentent ici un travail en cours sur les mécanismes impliqués, étudiés sur des échantillons de cuivre corrodés artificiellement (présentant des produits de corrosion variés) immergés dans du sesquicarbonate de sodium (BROMECC 4). Une cellule électrochimique automatique (eCell) conçue pour la spectroélectrochimie synchrotron en temps réel a été utilisée.

La cellule, conçue comme le précédent modèle utilisé pour de nombreux projets portant sur les biens culturels [1, 3], consiste en trois principaux éléments : le disque dur, l'interface traditionnelle et le potentiostat, et un système de données écrit en Visual BasicTM 2005. En plus, elle comporte une caméra numérique qui capte les images de la surface de l'électrode de travail (l'échantillon) et est utilisée pour vérifier la mise en place du système et son bon fonctionnement. Le montage a d'abord été testé pour la première fois à la station MPW 6.2 (Daresbury, UK). Pendant l'opération, le système est programmé pour lever ou baisser périodiquement l'électrode de travail (période de quelques minutes). On baisse l'électrode afin de collecter les données électrochimiques quand la réaction a lieu dans tout le volume de l'électrolyte (i.e. permettant l'optimisation du processus de migration dans la cellule électrochimique), et on la relève un court moment jusqu'à la fenêtre de la cellule pour réaliser l'analyse. Ceci permet d'éviter qu'un volume restreint de fluide entre l'électrode de travail et la fenêtre gêne ou modifie les réactions.

Le nouveau modèle a été testé au moyen d'une expérience de contrôle de corrosion. Celle-ci comprenait l'acquisition simultanée, en fonction du temps, de données obtenues par diffraction des RX et de valeurs de potentiel de corrosion (E_{corr}) sur un échantillon en cuivre couvert d'une couche de nantokite (CuCl) immergé dans une solution de sesquicarbonate de sodium à 1% en poids. Les résultats ont montré que la nantokite disparaît au cours du temps alors qu'on observe une augmentation de cuprite. Les mesures de potentiel révèlent une augmentation régulière des valeurs pendant la première heure. Basées sur la composition de l'échantillon et l'interface échantillon-solution, ces dernières données fournissent des informations utiles sur la réactivité de la surface. Leur variation en fonction du temps confirment les changements chimiques opérés en surface.

Références:

- [1] K. Leyssens, A. Adriaens, M. Dowsett, B. Schotte, I. Oloff, E. Pantos, A. Bell et S. Thompson, Simultaneous In-situ time Resolved SR-XRD and Corrosion Potential Analyses to Monitor the Corrosion on Copper, *Electrochemistry Communications* 7 (2005) 1265-1270.
- [2] M. Dowsett, A. Adriaens, Cell for Simultaneous Synchrotron Radiation X-ray and Electrochemical Corrosion Measurements on Cultural Heritage Metals and Other Materials, *Analytical Chemistry* 78(10) (2006) 3360-3365.
- [3] A. Adriaens, M. Dowsett, K. Leyssens, B. Van Gasse, Insights into electrolytic stabilization with weak polarization as treatment for archaeological copper objects, *Analytical Bioanalytical Chemistry* 387(3) (2007) 861.

Contacts : Annemie Adriaens (DAC-GU) et Mark Dowsett (DP-UW).

Financement : sans financement externe.

Nouveaux projets de recherche



Caractérisation des matériaux de revêtement et des techniques utilisés pour les instruments du facteur Sax (*Conservare* – *IRRAP*)

La conservation-restauration des biens culturels implique une profonde compréhension des détails concernant leur nature. Collecter les informations sur les matériaux constitutifs et les procédés de fabrication est fondamental pour choisir les conditions de conservation et les traitements de conservation-restauration les plus adaptés. Les instruments de musique qui appartiennent à la famille des cuivres présentent souvent un traitement de surface qui consiste en une couche plus ou moins fine de métal « blanc », généralement argent ou nickel. Que ce traitement soit appliqué pour des raisons esthétiques ou de protection, le contact entre les différents métaux ajoute une difficulté au défi qu'est la conservation de ces instruments.

Une étude exhaustive est menée dans le but d'augmenter les connaissances technologiques des procédés de revêtement utilisés pour la fabrication des cuivres à la fin du XIXe siècle. Elle repose sur une recherche documentaire des techniques utilisées à cette époque et la caractérisation structurelle de certains composants des instruments du facteur Sax qui font partie de la collection du musée de la Musique à Paris (France). L'examen est réalisé avec une méthode non destructive et les résultats révèlent des détails qui témoignent de l'utilisation d'un procédé particulier pour obtenir le revêtement ainsi que certaines caractéristiques de sa détérioration.

Contact : Virginia Costa (*Conservare* – *IRRAP* pour le musée de la Musique).

Financement : musée de la Musique, Paris (France).

Nouveaux projets de recherche



Caractérisation de cordes de pianos Erard (*Conservare – IRRAP*)

Les matériaux et techniques utilisés pour la fabrication des cordes se trouvent parmi les choix les plus importants faits par les artisans et font à présent le sujet de quelques recherches ayant pour but des applications en restauration ou réplique. Malgré le nombre non négligeable de procédés décrits dans des documents historiques, les informations fournies ne peuvent pas être appliquées dans le cadre des procédés métallurgiques contemporains, qui produisent des cordes aux caractéristiques très différentes de celles d'autrefois. La meilleure approche possible serait de fabriquer une corde dont les propriétés mécaniques et vibratoires se rapprochent au mieux de celles d'une corde ancienne, après une étude précise de celle-ci.

Cette étude a ainsi pour objectif de déterminer les propriétés des cordes de pianos Erard afin d'évaluer la possibilité de définir une « typologie » particulière associée à ces instruments. Ainsi, certaines caractéristiques fondamentales, telles que la structure, la composition et la résistance mécanique ont été déterminées par microscopie optique, MEB/EDX et test de microdurété pour des cordes supposées provenir des instruments des années 1791, 1801 et 1812. Les résultats confirment la diversité des alliages utilisés pour la confection des cordes « rouges, jaunes et blanches » et permettent une estimation des conditions de travail originales à partir des caractéristiques mécaniques déterminées. Un élargissement de cette étude à d'autres cordes doit permettre l'établissement d'une base de référence qui pourra servir de guide pour la restauration ou réalisation de réplique.

Contact : Virginia Costa – Conservare-IRRAP.

Financement : Musée de la Musique.

Informations générales

Site internet

- **ARTECH network:** http://server.icvbc.cnr.it/progetti_futuri/progetto_artech.htm. Réseau facilitant l'accès aux différentes techniques d'analyses des Biens Culturels.
 - **BIGSTUFF (Care of Large Technology Objects) 2004:** <http://www.awm.gov.au/events/conference/bigstuff/index.asp>
 - **CAMEO:** site web contenant des informations chimiques, physiques, visuelles et analytiques pour 10,000 matériaux historiques et contemporains utilisés en restauration, conservation et production d'objets artistiques architecturaux et archéologiques. <http://www.mfa.org/cameo/frontend/>
 - **Cost Action G8: Analyses non destructrices et tests sur des objets de musée** <http://srs.dl.ac.uk/arch/cost-g8>. Les rapports des activités peuvent être téléchargés.
 - **Cost Action G7: Conservation d'objets par le laser** <http://alpha1.infim.ro/cost>
 - **Cost Action D42: ENVIART (Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment):** www.enviart.org. La souscription est obligatoire (et gratuite) pour accéder à toute information..
 - **e-Preservation Science:** <http://www.e-preservation-science.org>. Publications en ligne sur la conservation.
 - **European Cultural Heritage Network:** <http://www.echn.net/>. Réseau européen de professionnels oeuvrant dans le domaine de la conservation restauration.
 - **ICOMAM:** Comité International des Musées et des Collections d'Armes et d'Histoire Militaire : <http://www.klm-mra.be/icomam>
 - **IR et Raman pour le patrimoine culturel :** <http://www.irug.org/default.asp>
 - **LabS-TECH réseau** <http://www.chm.unipg.it/chimgen/LabS-TECH.html>
 - **Laboratoire Pierre Sue:** Les theses de doctorat du LPS sur l'altération d'objets archéologiques peuvent être téléchargés depuis le site <http://www-drecam.cea.fr/lps/> (en français) "Archéomatériaux et prévision de l'altération."
 - **METALConsn**-info page d'accueil : <http://rsc.anu.edu.au/~hallam/METALConsn-info.html>
 - **M2ADL - Microchemistry and Microscopy Art Diagnostic Laboratory** est maintenant disponible sur le site: http://www.tecore.unibo.it/html/Lab_Microscopia/M2ADL/
 - **New York Conservation Foundation** website: <http://www.nycf.org/>
 - **PROMET:** <http://www.promet.org.gr>
-

- **RESTAURACION METAL SUR AMERICA:** www.restauraciondemetales.cl

- **TEL (PhDs on line):** <http://tel.ccsd.cnrs.fr/>

- **Groupe de travail Métal du Comité de Conservation de l'ICOM**

<http://icom-cc.icom.museum/WG/Metals/>

- **Online publications of Surface Engineering Journal.** Numéro portant spécifiquement sur les métaux: **Surface Modification Issues in Art**, Volume 17, Issue 3, June 2001. Peut être téléchargé:

(<http://www.ingentaconnect.com/content/maney/se/2001/00000017/00000003;jsessionid=1xpmlw91522a3.victoria>)

- **ANDRA** (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets RadioActifs)

http://www.andra.fr/interne.php3?publi=publication&id_rubrique=82&p=produit&id=5. Les documents suivants peuvent être commandés gratuitement sur le site : *Analogues archéologiques et corrosion* (in French only) and *Prediction of Long Term Corrosion Behaviour in Nuclear Waste Systems* (in English).

Futurs séminaires et conférences

- **COST Etudes interdisciplinaires sur les biens culturels** (10-15 Septembre 2007, Gênes, I). Renseignements sur le site : www.cost.esf.org/2007-ts-genova

- **METAL07**, meeting triannuel du groupe Métal d'ICOM-CC (17-21 Septembre 2007, Amsterdam, NL). Pour avoir le programme complet, la liste des posters, communications et résumés, voir le site web : www.metal07.org

- **Conférence sur les technologies de modification de surface (SMT 21)**, Session on "Arts and Surfaces" (24-26 Septembre 2007, Paris, F). La session « Arts et Surfaces » sera coordonnée par Dr Alessandra Giumlia-Mair. Pour plus d'informations, contacter : Alessandra Giumlia-Mair (giumlia@yahoo.it)

- **Symposium 2007 – Préserver l'héritage aborigène : approches techniques et traditionnelles** (24-28 Septembre 2007, Ottawa, Canada) organisé par le Canadian Conservation Institute. Renseignements sur le site : http://www.cci-icc.gc.ca/symposium/index_e.aspx

- **Les techniques électrochimiques en conservation d'objets métalliques : principes et applications** (08-09 Novembre 2007, INP Conservation Dept, St Denis, Paris).

Renseignements sur le

site: http://www.inp.fr/professionnel/formation_permanente/fp_restaurateurs/fpr_le_programme/fpr_calendrier_annuel/

- **Conservation du métal – restauration du métal : histoire, méthodes et pratiques** (07-08 Décembre 2007, Université d'Arts Appliqués - Vienne, Département de Conservation), conférence organisée par l'université d'Arts Appliqués pour la commémoration de ses 140 années.. Renseignements sur le site :: <http://www.dieangewandte.at/restaurierung/>

- **Séminaires sur la planification, recherché, caractérisation, et conservation des sites archéologiques – ARCHAIA** (28-30 Janvier 2008, Copenhague, DK et 15-17 Mai 2008, Bologne, I) pour 90 étudiants diplômés et professionnels de différentes spécialités. Les résultats de quelques programmes européens et d'actions du COST seront présentés. Renseignements sur le site :: www.archaia.eu

- **Holding it all together; approches anciennes et modernes du collage, de la réparation et de la consolidation** (21-22 Février 2008, Londres, UK) organisé par le British Museum. Pour plus de renseignements contacter Janet Ambers: science@thebritishmuseum.ac.uk
- **Art2008**, 9^{ème} conférence internationale (25-30 Mai 2008, Jerusalem, Israel) sur les méthodes non destructives, microanalyses et préservation dans la conservation de notre environnement culturel et environnemental, organisés par la Israel National Society pour NFT. Renseignements sur le site : www.isas.co.il/art2008
- **MetalEspaña '08** Conférence sur la Conservation et la Restauration du patrimoine métallique (Madrid, 10-13 Avril 2008) organisée par le Centre National de Recherches Métallurgiques (CENIM), CSIC et l'université autonome de Madrid (UAM). Renseignements sur le site : congreso.metalespana08@cenim.csic.es ou visiter : www.cenim.csic.es/metalespana08
- **Les anciennes mines en Turquie et dans l'est du bassin méditerranéen** AMITEM (15-21 June 2008, Ankara, Turquie) conférence organisée par l'Institut d'Etudes Archéométriques, Université Bogazici, Istanbul (Turquie), le Deutsches Bergbau – Musée Bochum (D), l'Institut d'Archéologie de Londres (UK) et l'Université Atılım, Ankara (Turquie). Renseignements sur le site : <http://amitem.atilim.edu.tr>

Abréviations

DAC-GU: Département de Chimie Analytique, Université de Gand
DP-UW : Département de Physique, Université de Warwick
DRASSM : Département de Recherche en Archéologie Subaquatique et Sous-Marine
DRX : Diffraction des rayons X
EDS: Spectroscopie en Energie Dispersive
EIS: Spectroscopie d'Impédance Electrochimique
ESRF: Centre Européen pour l'étude de la radiation synchrotron
IRRAP: Institut de Restaurations et de Recherches Archéologiques et Paléométaburgiques
LCRR-CAV: Laboratoire de Conservation Restauration et Recherches, Centre Archéologique du Var
LEMMA: Laboratoire d'Etude des Matériaux en Milieux Agressifs
LPS - CEA: Laboratoire Pierre Süe – Centre d'Etudes Atomiques
LRMH : Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques
MEB: Microscopie électronique à balayage
SR: Radiation Synchrotron

Contacts

Annemie Adriaens / DAC-GU (annemie.adriaens@ugent.be)
Virginia Costa / Conservare – IRRAP (virginia.costa@gmail.com)
Mark Dowsett / DP-UW (M.G.Dowsett@warwick.ac.uk)
Elodie Guilminot / Arc' Antique (elodie.guilminot@arcantique.org)
Bart Schotte / DAC-GU (bart.schotte@ugent.be)

Points de contacts nationaux pour le portail **METALCons**-info

Afrique du Sud : Jaco Boshoff, archéologue sous-marin, Iziko Museums of Cape Town, Afrique du Sud.
Allemagne : Gerhard Eggert, responsable du programme « Object Conservation », Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart.
Argentine : Blanca Rosales, chercheur, CIDEPINT, La Plata
Australie : David Hallam, restaurateur en chef au Musée National d'Australie, Camberra

Belgique : Annemie Adriaens, professeur, responsable du groupe « Electrochimie et Sciences des surfaces » Université de Gand, Gand, et Gilberte Dewanckel, restaurateur à l'IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique).

Bulgarie : Petia Penkova, restauratrice, National Academy of Arts, Dept de conservation-restauration, Sofia.

Canada : Judy Logan, restauratrice en retraite, Ottawa.

Chili : Johanna Theile, restauratrice et enseignante, Facultad de Arte – Universidad de Chile Las Encinas, Santiago du Chili.

Croatie : Goran Budija, restaurateur, Museum of Arts and Crafts, Zagreb.

Danemark : Karen Stemann Petersen, restauratrice, The National Museum of Denmark, Copenhagen.

Egypte : Wafaa Anwar Mohamed, restauratrice, Giza.

Espagne : Emilio Cano, restaurateur, National Centre for Metallurgical Research, (CENIM), Conseil Espagnol pour la Recherche Scientifique (CSIC), Espagne.

Finlande : Eero Ehamti, restaurateur, Maritime Museum of Finland, Helsinki.

France : Marie-Anne Loeper-Attia, restauratrice et enseignante assistante au département des restaurateurs, Institut National du Patrimoine, St Denis, Paris et Christian Degryny, chercheur en conservation.

Grèce : Vasilike Argyropoulos, professeur assistant, Department of Conservation of Works of Art, Technological Educational Institution, Athènes.

Hongrie : Balazs Lencz, restaurateur en chef, Conservation Department, Hungarian National Museum, Budapest.

Italie : Paola Letardi, chercheur, Istituto per la corrosione marina dei metalli (ICMM), Gênes.

Malte : Christian Degryny, chercheur en conservation, Diagnostic Science Laboratories, Heritage Malta, Kalkara.

Maroc : Hind Hammouch, chercheur, Laboratoire d'Electrochimie, de Corrosion et d'Environnement, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kenitra

Norvège : Douwtje Van der Meulen, restauratrice et enseignante, Conservation Department, University of Oslo, Oslo.

Pays Bas : Ineke Joosten, chercheur en conservation, The Netherlands Institute of Cultural Heritage, Amsterdam.

Portugal : Isabel Tissot, restauratrice Portuguese conservation-restoration Institute, Lisbonne.

République Tchèque : Dusan Perlik, restaurateur, Museum of Central Bohemia, Roztoky.

Roumanie : Dorin Barbu, restaurateur, Brukenthal Museum Sibiu.

Royaume Uni : Catia Viegas Wesolowska, conservatrice-restauratrice, Victoria & Albert Museum, Londres et Mark Dowsett, physicien, Université de Warwick, Coventry

Russie : Andrey Chulin, restaurateur, The State Hermitage Museum, St Petersburg.

Suède : Helena Strandberg, restauratrice et chercheur en conservation independent, Göteborg.

Suisse : Valentin Boissonnas, restaurateur et enseignant, Haute Ecole d'Arts Appliqués, Arc, La Chaux de Fonds.

USA : Paul Mardikian, restaurateur en chef, Warren Lasch Conservation Centre, North Charleston et John Scott, New York Conservation Foundation, New York.
