



Métaux : identification et conservation

**Session de formation permanente organisée par le département des restaurateurs et
Arc'Antique**

Paris, Bibliothèque nationale de France

9 janvier 2017

Orientations bibliographiques réalisées par la bibliothèque de l'Inp et les intervenants

Tous les documents ci-dessous peuvent être consultés à la Bibliothèque de l'INP, à l'exception de ceux précédés d'un astérisque.

Les mémoires de fin d'études de l'Inp sont accessibles en ligne. Pour pouvoir les consulter, vous devez préalablement demander l'autorisation au service de la documentation des œuvres par courrier électronique à documentation.oeuvres@inp.fr. Un identifiant et un mot de passe personnels vous seront attribués.

1. Les métaux et leurs alliages

ARMINJON C. (dir.), *L'Art du métal, vocabulaire technique*, éditions du Patrimoine, Imprimerie Nationale, 1998

BARRALIS Jean, MAEDER Gérard, *[Précis de] métallurgie : élaboration, structures, propriétés, normalisation*, Paris, Nathan, AFNOR, 2005, 232 p.

BENSIMON Roland, *Les matériaux métalliques. Vol. I, Généralités sur la structure des matériaux métalliques, ses transformations et ses méthodes d'examen*, Paris, Pyc édition, 1970, 139 p.

BENSIMON Roland, *Les matériaux métalliques. Vol. II, Propriétés mécaniques et essais des matériaux métalliques*, Paris, Pyc édition, 1970, 222 p.

BENSIMON Roland, *Les matériaux métalliques. Vol. III, La corrosion des matériaux métalliques*, Paris, Pyc édition, 1972, 72 p.

FESSIER Jean-Claude, *Métaux et alliages : guide pratique*, Boucherville (Québec), Franel, 2006, 149 p. (Collection Mémo)

MOHEN Jean-Pierre, *Métallurgie préhistorique, introduction à la paléométaballurgie*, Paris, Masson, 1990

ROST Alfred, *Connaissance des métaux usuels : à l'usage des professions de la métallurgie et de la mécanique*, Lausanne, Spes, 1966, 259 p. (Collection Bibliothèque professionnelle)

SCOTT David A., *Metallography & microstructure of Ancient & Historic Materials*, The Getty Conservation Institute (ed.), Paul Getty Trust, 1991

TYLECOTE R. F., *A history of metallurgy*, The Institute of Materials, Bath, 1992

TYLECOTE R. F., *The early history of metallurgy in Europe*, Longman Archaeology series, London, 1987

2. Corrosion et conservation-restauration

AFNOR-CEFRACOR, *Corrosion et protection des métaux. T.1 : Généralités, essais de corrosion, protection cathodique*, Paris-La Défense, AFNOR, 1994

AFNOR-CEFRACOR, *Corrosion et protection des métaux. T.2 : Revêtements métalliques et traitements de surface*, Paris-La Défense, AFNOR, 1994

AFNOR-CEFRACOR, *Corrosion et protection des métaux. T.3 : Revêtements organiques, plastiques, émaux*, Paris-La Défense, AFNOR, 1994

AFNOR, *Norme française : NF T 34-551 : Peintures et vernis - Systèmes de peinture pour la protection des ouvrages métalliques - Définition et confection des éprouvettes*, Paris-La Défense, AFNOR, 1995

AFNOR, *Norme française NF T 34-600 : Peintures et vernis - Système de peinture anticorrosion pour la protection des ouvrages métalliques - Spécification de la classe C 5M*, Paris-La Défense, AFNOR, 1997

AMARGER Antoine, COSTA Virginia, LOEPER-ATTIA Marie-Anne et al., *Autour du métal : étude, conservation, restauration : actes du 3eme colloque de l'ARSET, Ecole des Beaux-Arts de Tours le 9 février 2010*, Tours, ARSET, 2010

ANKERSMIT Bart, GRIESSER-STERMSCHEG Martina, SELWYN Lyndsie et SUTHERLAND Susanne, *Comment reconnaître les métaux et leurs produits de corrosion* [en ligne], Ottawa : Institut canadien de conservation (ICC), 2009
<http://canada.pch.gc.ca/fra/1454530344807> (consulté le 14 février 2017)

BERANGER Gérard (dir.), MAZILLE Henri, *Corrosion des métaux et alliages : mécanismes et phénomènes*, Paris, Hermès sciences publications, Lavoisier, 2002

BERTHOLON Régis, CREVAT Stéphane, *Approche de la conservation-restauration d'un objet métallique : Examen - Constat d'état - Diagnostic - Objectifs - Projet – Rapport*, Paris, IFROA, 1995

Comment reconnaître la corrosion active [en ligne], Ottawa, Institut canadien de conservation, 2007, (ICC notes, n°9/1).
< <http://canada.pch.gc.ca/fra/1439925170338> > (consulté le 14 février 2017)

CONIN A., RIQUIER-BOUCLET Christine, « L'emploi de résines acryliques dans le comblement des lacunes des métaux archéologiques », *Conservation restauration des biens culturels (CRBC)* décembre 1994, n° 6

DERION Brigitte, « Les métaux », In *Passé recomposé : La restauration des objets de musées*, Bordeaux, Musée d'Aquitaine, 1995

DILLMANN Philippe, BÉRANGER Gérard, PICCARDO Paolo et al., *Corrosion of metallic heritage artefacts: investigation, conservation and prediction of long term behaviour*, Cambridge, Woodhead publishing ltd, New York, N.Y., CRC Press, 2007

DRASSM, Guide de conservation (patrimoine sous-marin)
http://www.culturecommunication.gouv.fr/content/download/72184/551460/file/Drassm_guide_conservation.pdf (consulté le 14 février 2017)

GOMEZ MORAL Francisca, *Conservacion de metales de interés cultural*, Quito, Ediciones Banco central del Ecuador, 2004

GRIESSER-STERMSCHEG Martina (dir.), *Metallkonservierung Metallrestaurierung: Geschichte, Methode und Praxis: [...] Fachtagung "Metallkonservierung Metallrestaurierung" der Universität für angewandte Kunst, Wien 2007*, Wien, Köln Weimar Böhlau Verlag, 2009, (Konservierungswissenschaft. Restaurierung. Technologie)

ICOM CC-SFIIC, Section métal, *Conservation et restauration d'objets métalliques : 6ème rencontre annuelle du Groupe de travail*, Versailles, Conseil Général des Yvelines, 1992 (Collection Archéologie en Yvelines, Documents de travail, n° 5)

ICOM Committee for conservation, ICOM, metal working group:

Metal 95 = Proceedings of the international conference on metals conservation : Actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Semur en Auxois, 25-28 septembre 1995, London, James & James, 1996

Metal 98 = Proceedings of the international conference on metals conservation : Actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Draguignan-Figanières, 27-29 May 1998, London, James & James, 1999

Metal 2001 = Proceedings of the international conference on metals conservation, Santiago, Chile, 2-6 April 2001 : Actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux, Perth, Western Australian museum, 2004

Metal 04 = Proceedings of the international conference on metals conservation, Canberra (Australia), 4-8 October 2004 : Actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux [en ligne], Canberra, National museum of Australia Press, 2004
http://www.nma.gov.au/about_us/ips/international_program/publications-archive/metal_04_conference_proceedings (consulté le 15 février 2017)

Metal 07 triennial meeting of the ICOM-CC metal WG, Amsterdam 17-21 september 2007, ICOM-CC (Committee for conservation - Comité pour la conservation), 2007, 5 volumes sous coffret

Investigative Conservation, Historic England, 2015

<http://www.english-heritage.org.uk/publications/investigative-conservation/>

LOEPER-ATTIA Marie-Anne, « La problématique de la couleur dans la conservation et la restauration des objets métalliques », In *Couleur & temps : la couleur en conservation et restauration. 12es journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation*, p. 83-88

MASSIOT Bénédicte, ROUQUIE Emilie, ZELINSKY Juliette et al., « Evaluation de l'effet du nettoyage chimique sur la conservation des objets métalliques du patrimoine », *CoRé*, juin 2008, n° 20, p. 49-55

MEYER-ROUDET H. (dir.), *A la recherche du métal perdu. Nouvelles technologies dans la restauration*, Musée Archéologique du Val d'Oise, éd. Errance, 1999

SCOTT David A. et al., *Ancient & Historic Metals, conservation and scientific research. Proceedings of a symposium organized by the J.Paul Getty Museum and the Getty Conservation Institute, November 1991, Marina del Rey, Cal.*, The Getty Conservation Institute, 1994

SELWYN Lyndsie, *Métaux et corrosion: un manuel pour le professionnel de la conservation*, Ottawa, ICC, 2004

SHEARMAN Fleur, « Metals », In *A guide to the storage, exhibition and handling of antiquities, ethnographia and pictorial art*, London, British museum, 1993

VOLFOVSKY Claude (dir.), *La conservation des métaux*, Paris, CNRS Editions, 2001, (Conservation du patrimoine, n° 5)

3. Mise en réserve et conditionnement

Mise en réserve des métaux [en ligne], Ottawa, Institut canadien de conservation, 2007, (ICC notes, n°9/2,)

<http://canada.pch.gc.ca/fra/1439925170350> (consulté le 15 février 2017)

Morissette, Jérôme-René et Michèle Lepage, 1995 (Révision 2011). *Conservation préventive dans les musées. Manuel d'accompagnement, pages 127 à 136*

<http://www.ccg.gouv.qc.ca/index.php?id=206> (consulté le 15 février 2017)

REBIERE Jacques, « Conservation préventive et restauration du patrimoine mobilier métallique », *6ème rencontre annuelle du Groupe de travail*, Versailles, Conseil Général des Yvelines, 1992, p. 69-87

REBIERE Jacques, « Conservation préventive des vestiges métalliques : Une approche comparative des boîtes de stockage hermétiques », *Conservation restauration des biens culturels (CRBC)*, décembre 1991, n° 3, p.10-13

REBIERE J., 1999 : La notion de compatibilité des matériaux de stockage et la prévention incendie, dans Actes de la journée d'études « Stratégie de stockage et prévention incendie », Draguignan, 23 février 1999, Ed. Centre Archéologique du Var

4. Altération et traitement par type de métaux

Acier, Inox, fer, fonte

CIHAL V., CABRILLAC C., « La corrosion intergranulaire : Cas spécifique des aciers inoxydables. Les méthodes d'essais », In *Corrosion localisée*, Les Ulis, Les Editions de physique, 1994, p. 483-498

CLARKE R. W., BLACKSHAW S. M., *Conservation of iron. Proceedings of a symposium held at the National Maritime Museum, Greenwich on July 4th 1980*, Greenwich, The Trustees of the National Maritime Museum, 1982 (Maritime Monographs and reports, n° 53)

JAIN KAMAL K., NARAIN Shyam, *Iron artifacts history, metallurgy, corrosion and conservation*, Delhi, Agam Kala Prakashan, 2009

JANTZEN Michel (dir.), *Fontes, fers et aciers dans l'architecture : étude, détection et conservation des métaux ferreux dans les bâtiments*, Paris, Icomos, section française, 1997 (Les cahiers de la section française de l'ICOMOS, n°17)

SCOTT David A., EGGERT Gerhard, *Iron and steel in art: corrosion, colorants, conservation*, London, Archetype publications, 2009

TIMBERT Arnaud, *L'homme et la matière : L'emploi du plomb et du fer dans l'architecture gothique : Actes du colloque, Noyon 16-17 novembre 2006*, Paris, A. Picard et fils, 2009

Aluminium

BODU J.J., REBOUL M., SCHUSTER D., « Alliages d'aluminium », In *Corrosion localisée*, Les Ulis, Les Editions de physique, 1994

GRATTAN David W. (dir.), *Sauvegarder le XXe siècle : la conservation des matériaux modernes, les actes de la conférence, Symposium 91 - Sauvegarder le XXe siècle, Ottawa, Canada du 15 au 20 Septembre 1991 = Saving the twentieth century : the conservation of modern materials. Proceedings of a conference, Symposium '91 - Saving the twentieth century, Ottawa, Canada, 15 to 20 September 1991*, Ottawa, Ont., Institut Canadien de Conservation, 1993

Bronze

AMARGER Antoine, *Bronzes en extérieur*, mémoire, Paris, IFROA, 1989

GULLMAN Jan, TÖRNBLÖM Mille, *Bronze sculpture: its making and unmaking, a study of outdoor bronze sculpture conservation*, Stockholm, Riksantikvarieämbetet, 1994 (Collection Konserveringstekniska studier, n° 8)

MORISSETTE Jérôme-René, *Sauvegarde des monuments en bronze*, Québec, Centre de conservation du Québec, 1997

SCOTT David A., *Copper and Bronze in Art - corrosion, colorants, conservation*, The Getty Conservation Institute (ed), Paul Getty Trust, 2002

YANG Zhizhen, « A study on methods for determining the efficiency of dechlorination of bronze », In *Current problems in the conservation of metal antiquities: international symposium on the conservation and restoration of cultural property (13)*, Tokyo, October 4 - October 6, 1989, Tokyo, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 1993

Cuivre, laiton

AUDISIO S., « Cuivre et alliages cuivreux », In *Corrosion localisée*, Les Ulis, Les Editions de physique, 1994, p.585-604

BERTHOLON Régis, « Corrosion du cuivre et de ses alliages lors d'un traitement de désinfestation par fumigation à partir de phosphine », In *Actes de la 7e rencontre annuelle du groupe de travail ICOMcc-SFIIC, section métal, Draguignan, 23 avril 1993*, Laboratoire de conservation-restauration de Draguignan, Groupe ICOMcc-SFIIC, section métal, 1993

NIRMAIER Petra, *Ultrasonic cleaning of copper alloy objects*, London, Institute of Archaeology, 1992, 1 cédérom

SAWADA Masaaki, « A new technique for removal of corrosion products on gilded copper alloy artifact », In *Current problems in the conservation of metal antiquities, international symposium on the conservation and restoration of cultural property (13), Tokyo, October 4-October 6, 1989*, Tokyo, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 1993, p. 215-223

Etain

HADSUN Per, « The tin-mercury mirror : Its manufacturing technique and deterioration processes », *Studies in Conservation*, février 1993, Vol. 38, n° 1, p. 3-16

LEROUX Manuel, « La problématique de la conservation-restauration des fers étamés archéologiques », *ARAAFU Cahier technique*, n° 14, 2006, p. 50-55

MILES Gwyn (edit.), POLLARD Sarah, *Lead and tin: Studies in conservation and technology*, London, UKIC, 1985 (Collection Occasional papers, n° 3)

Nickel, chrome, cobalt

HOULLE P., « Alliages base nickel et base cobalt », In *Corrosion localisée*, Les Ulis, Les Editions de physique, 1994, p.621-636

ROUQUIE Emilie, *Nickel-chrome: conservation-restauration de mobilier métallique à revêtement électrolytique: une table basse de Félix Aublet (1932) et un porte-serviettes de Colette Guéden (1946)*

: recherche d'un adhésif de refixage du nickelage soulevé (1946) (Paris, Mobilier national), mémoire, Saint-Denis, Institut national du patrimoine, département des restaurateurs du patrimoine, 2008

Or, argent

DUBUS Michel, AUCOUTURIER Marc, BOUTAINE Jean-Louis et al., « Surveillance de la corrosion de l'argent dans les musées », *Techné*, 2003, n° 17, p. 89-90

DUBUS Michel, KOURIL Milan, NGUYEN Thi-Phuong et al., « Monitoring copper and silver corrosion in different museum environments by electrical resistance measurement », *Studies in Conservation*, 2010, vol. 55, n° 2

GONNET Sarah, *Etude et restauration d'un baiser de paix vénitien (Les Arts décoratifs, Paris) : Evaluation de l'efficacité des sorbants dans le ralentissement de la ternissure des alliages d'argent*, mémoire, Saint-Denis, Inp, département des restaurateurs du patrimoine, 2010

Le soin de l'argent [en ligne], Ottawa, Institut canadien de conservation, 2007 (ICC notes, n°9/7) <http://canada.pch.gc.ca/fra/1439925170396> (consulté le 15 février 2017)

SCOTT D. A., « The deterioration of gold alloys and some aspects of their conservation », *Studies in Conservation*, 1983, vol. 28, n° 4, p. 194-203

ZHU Hongfan, « A new treatment for silverware », In *Current problems in the conservation of metal antiquities, international symposium on the conservation and restoration of cultural property (13), Tokyo, October 4-October 6, 1989*, Tokyo, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 1993, p.163-171

Plomb

HARCH A., ROBBIOLO L., FIAUD C. et al., « Caractérisation des principaux types d'altération des objets anciens en plomb », In *Actes de la 7e rencontre annuelle du groupe de travail ICOMcc-SFIIC, section métal, Draguignan, 23 avril 1993*, Laboratoire de conservation-restauration de Draguignan, Groupe ICOMcc-SFIIC, section métal, 1993, p.15-31

TEIGNE Delphine, FAISANT Nathalie et al., « Evaluation et prévention des risques associés au plomb en conservation-restauration », *ARAAFU Cahier technique*, n° 20, p. 47-49

Titane

EASHWAR M., MARUTHAMUTHU S., SATHIYANARAYANAN S., « The ennoblement of stainless alloys by marine biofilms : the neutral pH and passivity enhancement model », In *Corrosion Science*, août 1995, Vol. 37, n° 8, p. 1169-1176

PINARD LEGRY G., « Alliages de titane et alliages de zirconium », In *Corrosion localisée*, Les Ulis, Les Editions de physique, 1994, p. 637-649

Zinc

Le soin des objets en zinc [en ligne], Ottawa, Institut canadien de conservation, 2007, (CCI ICC notes, n° 9/9) <http://canada.pch.gc.ca/fra/1439925170416> (consulté le 15 février 2017)

MOTTNER Peter, FREITAG Jörg, BRÜCKNER Heidrun, « Condition and conservation of nineteenth century outdoor zinc sculptures », In *From marble to chocolate: the conservation of modern sculpture. Tate Gallery conference, 18-20 September 1995*, London, Archetype Publications, 1995, p. 39-45

ODNEVALL I., WESTDAHL M., « Zinc chlorohydroxosulfates: newly-discovered corrosion products on zinc. Structure determination of $\text{NaZnCl}(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and x-ray study of $\text{ZnCl}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ », *Corrosion Science*, août 1993, Vol.34, n°8, p.1231-1242

5. Métaux archéologiques

Archaeological conservation, page du site Historic England :

<http://www.english-heritage.org.uk/professional/advice/advice-by-topic/heritage-science/archaeological-science/archaeological-conservation/> (consulté le 15 février 2017)

BERDUCOU Marie (dir.), *La conservation en archéologie*, Paris, Masson, 1990

BERTHOLON Régis, *La Limite de la surface d'origine des objets métalliques archéologiques caractérisation, localisation et approche des mécanismes de conservation*, Thèse de doctorat, Université Paris I, 2000

<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/33/11/90/PDF/Limitos.pdf> (consulté le 15 février 2017)

CLERBOIS Sébastien (dir.), « La conservation-restauration des métaux archéologiques ; des premiers soins à la conservation durable » [en ligne], Les dossiers de l'IWP n° 15, 2015

https://www.researchgate.net/profile/Omid_Oudbashi/publication/271384452_From_Excavation_to_Preservation_Preventive_Conservation_Approaches_in_Archaeological_Bronze_Collections/links/5801d7de08ae1c5148ca6ac9.pdf (consulté le 15 février 2017)

Identification des métaux dans les objets archéologiques [en ligne]- Ottawa, Institut canadien de conservation, 2007, (CCI ICC notes, 4/1)

<http://canada.pch.gc.ca/fra/1439925170176> (consulté le 15 février 2017)

« Conservation des sites et du mobilier archéologiques, principes et méthodes » [en ligne], in *Etudes et documents sur le patrimoine culturel*, n°15, Unesco 1988

<http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000796/079600fb.pdf> (consulté le 15 février 2017)

Guidelines on the X-radiography of archaeological metalwork, English Heritage, 2006

<https://www.historicengland.org.uk/images-books/publications/x-radiography-of-archaeological-metalwork/> (consulté le 15 février 2017)

PLEINER R., *Iron in archaeology – Early European Blacksmiths*, Praha (Prague) 2006

Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, *Préconisations pour le conditionnement et le stockage* [en ligne] <http://www.pair-archeologie.fr/fr/patrimoine/le-mobilier-archeologique.html> (consulté le 15 février 2017)

SEASE Catherine, *A conservation manual for the field archaeologist* [en ligne], Los Angeles, University of California, Institute of Archaeology, 1994 (3rd ed.) (Archaeological Research Tools, 4)

<http://escholarship.org/uc/item/8ft6488x#page-1> (consulté le 15 février 2017)

6. Quelques études de cas

AMANDRY et al., « La conservation et l'exposition des monnaies et médailles » (CEMM), AGCCPF-PACA, EXOS, Lyon, 2009

COLAS Pierre, TEXIER Annick, BURCK Jean-Jacques, « Les grilles et fontaines de la Place Stanislas à Nancy », *Monumental*, 1994, n° 5, p. 46-55

LAGE DE LA ROSA Marta, *Grabado calcográfico : Conservación y restauración de matrices*, Madrid, Editorial Sintesis, 2007, (Patrimonio cultural, n°5)

MARCOS Frédéric, *Mise au point du traitement de conservation d'une partie de la collection des cuivres du musée de la musique de Paris*, Paris, Ecole Centrale, EDF, Valectra, 1992, 66 f.

PENNEC Stéphane, « Restauration d'une statue en fonte de fer peinte », In *Actes de la 7e rencontre annuelle du groupe de travail ICOMcc-SFIC, section métal, Draguignan, 23 avril 1993*, Laboratoire de conservation-restauration de Draguignan, Groupe ICOMCC-SFIC, section métal, 1993, p. 76-91

REBIERE Jacques, TEXIER Annick, BALTA Liéana et al., « Restauration et copies des plaques en fonte du chemin de croix de Lorgues (France, Var) », In *Metal 2001 = Proceedings of the international conference on metals conservation, Santiago, Chile, 2-6 April 2001 : Actes de la conférence internationale sur la conservation des métaux*, Western Australian museum, 2004

RIEDERER Josef, « Corrosion damage to zinc sculpture in Germany », *European Cultural Heritage*, décembre 1993, vol. 7, n°1-4, p.75-81

SCALIA Ilaria, *La spada e la daga di don Francesco Branciforti : studio tipologico e intervento conservativo*, Rome, ARACNE editrice, 2011

SCHWEIZER François, WITSCHARD Denise, *La Châsse des enfants de Saint Sigismond de l'abbaye de Saint-Maurice : un prestigieux reliquaire restauré*, Paris, Somogy Sion, Fondation pour la restauration de deux chefs-d'œuvre d'orfèvrerie médiévale en Valais, 2007

Droits d'auteur

© Institut national du patrimoine
