



La conservation  
préventive  
dans les demeures  
historiques et les  
châteaux-musées

Méthodologies  
d'évaluation  
et applications

SilvanaEditoriale

**La conservation préventive  
dans les demeures historiques  
et les châteaux-musées.**

Méthodologies d'évaluation  
et applications

Colloque de l'Établissement public  
du château, du musée et du domaine national  
de Versailles (EPV),  
de l'Association des résidences  
royales européennes (ARRE)  
et du Centre de recherche  
du château de Versailles (CRCV)

en collaboration avec le Comité international pour  
les demeures historiques-musées (ICOM-DEM HIST)  
au musée national des châteaux de Versailles  
et de Trianon

Du 29 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2017

**Actes du colloque**

**Sous la direction scientifique de**  
Danilo Forleo  
*Chargé de la conservation préventive  
et responsable du programme EPICO,  
Musée national des châteaux de Versailles  
et de Trianon*

**Coordination éditoriale**  
Nadia Francaviglia  
*Attachée de recherche pour le programme EPICO,  
Centre de recherche du château de Versailles*

**Traductions**  
Clarisse Le Mercier, Camila Mora

Cet ouvrage rassemble les présentations des intervenants du colloque international organisé dans le cadre du programme de recherche EPICO (European Protocol In Preventive Conservation) par :  
L'Établissement public du château, du musée et du domaine national de Versailles  
Catherine Pégard, *présidente*  
Laurent Salomé, *directeur du musée national des châteaux de Versailles et de Trianon*  
Thierry Gausseron, *administrateur général*  
L'Association des résidences royales européennes  
Le Centre de recherche du château de Versailles

Avec la participation de :  
Ministère de la Culture  
ICOM-DEMIST (Comité international pour les demeures historiques-musées)

#### Comité scientifique

Lorenzo Appolonia, *président, Groupe italien de l'Institut international pour la conservation- IGIIC*  
Florence Bertin, *responsable du service conservation préventive et restauration, Musée des Arts décoratifs - MAD*  
Michel Dubus, *coordinateur du groupe ICOM-CC sur la conservation préventive, Centre de recherche et de restauration des musées de France - C2RMF*  
Danilo Forleo, *chargé de la conservation préventive et responsable du programme EPICO, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon*  
Nadia Francaviglia, *attachée de recherche pour le programme EPICO, Centre de recherche du château de Versailles*  
Agnieszka Laudy, *adjointe au chef du département de l'Architecture, Musée du palais du roi Jean III, Wilanów*  
Bertrand Lavedrine, *directeur, Centre de recherche sur la conservation des collections - CNRS*  
Béatrice Sarrazin, *conservateur général, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon*  
Sarah Staniforth, *ancienne présidente, Institut International pour la Conservation - IIC*

#### Comité d'organisation

Elena Alliaudi, *coordinatrice, Association des résidences royales européennes*  
Hélène Legrand, *assistante coordination, Association des résidences royales européennes*  
Matilde-Maria Cassandro-Malphettes, *secrétaire général, Centre de recherche du château de Versailles*  
Bernard Ancer, *chargé des affaires générales, Centre de recherche du château de Versailles*  
Olivia Lombardi, *assistante de direction, Centre de recherche du château de Versailles*  
Serena Gavazzi, *chef du service mécénat, Établissement public du château du musée et du domaine national de Versailles*  
Noémie Wansart, *collaboratrice scientifique, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon*

#### Remerciements

Lorenzo Appolonia, Lionel Arzac, Jean-Vincent Bacquart, Wojciech Bagiński, Jérémie Benoît, Marie-Alice Beziaud, Céline Boissiere, Anne Carasso, Élisabeth Caude, Gabrielle Chadie, Thibault Creste, Stefania De Blasi, Elisabetta Brignoli, Hélène Dalifard, Gaël de Guichen, Ariane de Lestrang, Festese Devarayar, Françoise Feige, Christophe Fouin, Éric Gall, Thomas Garnier, Roberta Genta, Denis Guillemard, Michelle-Agnoko Gunn, l'équipe du Grand Café d'Orléans, Pierre-Xavier Hans, Nicole Jamieson, Thierry Lamouroux, Marie Leimbacher, Nadège Marzanato, Béatrice Messaoudi, Stefan Michalski, Christian Milet, Marya Nawrocka-Teodorczyk, Marco Nervo, Lucie Nicolas-Vullierme, Clotilde Nouailhat, Agnieszka Pawlak, Amaury Percheron, Arnaud Prêtre, Gérard Robaut, Bertrand Rondot, Valériane Rozé, Béatrice Sarrazin, Béatrix Saule, Didier Saulnier, Emma Scheinmaenn, Violaine Solari, Emilie Sonck, Pauline Tronca, Rémi Watiez, Thierry Webley, Sébastien Zimmerman



Avec le mécénat de



# Les indicateurs d'altération : un élément clé de la méthode d'évaluation. Objectifs et recherche

## Résumé

La recherche sur les indicateurs d'altération observables sur les collections des demeures historiques représente une étape fondamentale dans le programme d'EPICO et elle est conforme avec les objectifs communs à tous les partenaires. Supervisée par l'équipe de Versailles, qui a fourni un glossaire visuel des altérations en tant qu'outil de support pour les essais *in situ*, la recherche a porté sur deux éléments clés pour le programme EPICO : la relation cause-effet des altérations et l'approche systématique de la méthode d'évaluation.

La recherche sur les indicateurs d'altération a été réalisée avec l'intention de faciliter le travail d'observation de l'objet de l'examineur pendant l'évaluation *in situ*. Il était donc essentiel de proposer des indicateurs facilement observables et mesurables à l'œil nu ou à l'aide d'outils simples (caméras, loupe 10x, lampe torche visible/UV, calibre, etc.).

Les recherches menées par l'équipe du CCR en 2016 ont vu la collaboration d'une équipe pluridisciplinaire de conservateurs-restaurateurs spécialisés dans plusieurs matériaux, expérimentés dans l'entretien et le traitement des collections des résidences royales de Savoie. Cela explique pourquoi bien que certaines définitions d'indicateurs aient été trouvées dans la littérature, beaucoup d'autres sont issues directement de l'observation de ce type de collection, afin de créer un vocabulaire d'accès immédiat.

Cette recherche devait aller au-delà d'un simple vocabulaire de définitions : pour chaque indicateur, il était nécessaire d'identifier les phénomènes spécifiques qui provoquaient l'altération, c'est-à-dire, identifier les causes plausibles pour mettre en évidence la relation de cause à effet des altérations. Cet exercice était parfois complexe car un seul type d'altération pouvait avoir plusieurs causes<sup>1</sup>.

## Mots clés

Indicateurs d'altération, cause d'altération.

**U**ne approche globale de la conservation préventive du patrimoine culturel implique nécessairement que l'activité de recherche visant à étudier l'état de conservation des œuvres d'art dans les demeures historiques doit partir de l'analyse de l'objet dans son « système environnemental », dont peuvent dépendre à la fois l'équilibre et les altérations des matériaux.

Le Centre de conservation et restauration « La Venaria Reale » a sélectionné une équipe interdisciplinaire composée de conservateurs-

## Roberta Genta

Responsable de l'atelier de conservation des textiles au Centro Conservazione e Restauro « La Venaria Reale »  
roberta.genta@centrorestaurovenaria.it

## Marco Nervo

Chargé des laboratoires scientifiques au Centro Conservazione e Restauro « La Venaria Reale »  
marco.nervo@centrorestaurovenaria.it

Tab. 1  
Classification des altérations dans une liste sélectionnée en fonction du type d'altération.

Abrasion/usure/effilochage/ rayure
Brûlure
Corrosion/oxydation
Craquelure/crizzling
Décohésion /pulvérulence
Décoloration /changement de couleur/jaunissement
Efflorescence /exsudation
Élément désassemblé/joint ouvert/ élément mobile/ élément détaché/ élément perdu
Élément exogène/projection
Fissure/déchirure/fente/fracture/cassure/fragmentation
Déformation/pliure
Graffiti/tag
Lacune/trou
Poussière/dépôt, salissure/graisse, encrassement/incrustation
Présence de moisissures
Soulèvement /écaillage
Tache/auréole
Ternissure/brunissement
Traces d'infestation (insectes)

restaurateurs spécialisés dans les matériaux organiques et inorganiques déjà actifs dans les campagnes de constat d'état et les programmes d'entretien ordinaires et extraordinaires dans les résidences historiques du Piémont<sup>2</sup>.

La recherche sur les indicateurs d'altération et la définition des phénomènes d'altération et leurs effets visibles sur les œuvres d'art ont constitué, depuis le début du projet EPICO, une étape fondamentale du programme.

L'objectif de la recherche correspond au besoin qui apparaît clairement dans toutes les campagnes d'analyse sur l'état de conservation d'une collection : connecter, d'une manière objective, scientifique et documentaire, des altérations détectées avec la cause ou les causes les plus correctes, concomitantes ou indépendantes.

Respectant les règles de la conservation préventive, qui ne sépare jamais l'évaluation des conditions des œuvres d'art de celles de leur « système environnemental », la recherche des indicateurs d'altération et de leurs causes a suivi une approche méthodologique, à partir du matériau dont l'objet est fait, par ses altérations, jusqu'à l'évaluation du rapport entre le matériau lui-même et l'environnement dans lequel se trouve l'objet, en l'occurrence une résidence historique, aujourd'hui normalement ouverte au public. Partir de l'analyse de l'état de conservation des œuvres d'art dans leur « système environnemental » a permis d'atteindre l'objectif de la phase de recherche *in situ* et bibliographique : identifier les relations cause-effet des altérations détectées sur les collections.

Parmi les nombreux types d'objets les plus présents et les plus répandus dans les collections historiques des résidences, les matériaux constitutifs

Ancienne intervention (curative/restauration)
Circulation du public
Climat
Défaut de mise en œuvre
Détérioration intrinsèque (instabilité propre de l'objet)/ nature constitutive de l'œuvre. Ex. méthode de fabrication/ vieillissement naturel...
Eau
Entretien (des lieux et/ou des collections) : action répétée/action inadaptée
Entretien (des lieux et/ou des collections) : manque d'entretien
Feu
Infestation
Lumière et UV
Manipulation/transport/ accident
Mode d'exposition/de stockage
Polluants/poussières
Usage passé/ usage courant
Vibrations
Vol/vandalisme/dissociation

*Tab. 2*  
Liste des causes d'altérations utilisée lors des tests de la méthode EPICO en 2017, avant la dernière mise à jour.

considérés comme les plus représentatifs ont été sélectionnés, ainsi que des échantillons à tester dans les sessions *in situ*.

Les matériaux possibles ont ensuite été répertoriés pour chaque matériau. Le choix d'utiliser le terme « altération » au lieu de « dégradation » découle des recommandations des commissions UNI NORMAL<sup>3</sup> qui indiquent que « l'altération est une modification du matériau n'impliquant pas nécessairement une dégradation de ses caractéristiques en termes de conservation », tandis que le terme « dégradation » désigne une modification qui « implique toujours une détérioration ». Par conséquent, l'étude sur les indicateurs était basée sur l'analyse visuelle de la surface des œuvres d'art à la recherche des « altérations visibles », sans présomption de définition de l'altération en tant que processus de détérioration en cours.

Compte tenu de la nécessité de disposer d'une liste d'altérations facilement identifiables par la simple observation visuelle des objets, une première liste a été établie, comprenant un glossaire avec une description des éléments (Tab. 1 – rédigé en 2016 par l'équipe de Versailles).

Pour obtenir une liste des causes à associer aux conditions de l'objet testé, l'équipe des conservateurs-restaurateurs du CCR « la Venaria Reale », avec le soutien des Laboratoires Scientifiques, a lancé une campagne de recherche bibliographique pour approfondir ses connaissances sur la relation cause-effet (Tab. 2). Au total, une centaine d'articles, de comptes rendus de conférences et de sites Web spécialisés ont été consultés.

Les données existantes dans la littérature scientifique ont été rassemblées dans un système de tableaux, subdivisés en matériaux et altérations, qui constituent la base de la nouvelle méthode d'évaluation du programme EPICO.

Indicateur visible de l'altération (terme spécifique)	Description de l'indicateur d'altération : ce que je vois sur l'objet	Indicateur générique de cause (facteur principal)	Indicateur générique de cause/risque (Facteur interdépendant ou aggravant)
Cémentation de la poussière	Altération causée par l'addition de substances (dépôt de poussières, saletés ou autres impuretés) qui peut causer le changement de l'aspect de surface de l'œuvre	Manque d'entretien (des lieux/ou des collections)	Climat

Indicateur spécifique de cause	Source bibliographique	Diagnostic
<p>HR incorrecte : HR &gt; 65 %</p> <p>Le processus chimique de la cimentation en poussière peut être assez rapide à une humidité relative élevée (80 %), de sorte que les ciments peuvent se former en moins d'une journée.</p>	<p>Helen Lloyd, Caroline Bendix, Peter Brimblecombe, David Thickett, Dust In historic libraries, in : Museum Microclimates, contributions à la conférence de Copenhague 19-23 novembre 2007 publié par Tim Padfield et Karen Borchersen</p>	<p>La cimentation a tendance à se produire lorsque l'humidité est élevée et peut être provoquée par des processus biologiques, physiques et chimiques. Les cycles d'humidité provoquent un mouvement physique du matériau fibreux qui permet à la poussière de s'incruster plus profondément dans les surfaces poreuses. Lorsque le taux d'humidité est élevé, les ions de calcium peuvent lixivier des particules de poussière et se déposer à nouveau sous forme de calcite microcristalline, qui cimente les particules de poussière sur le substrat de la même manière que les mortiers de chaux se recristallisent. Ce processus chimique peut être assez rapide lorsque l'HR est élevée (80 %), de sorte que les ciments peuvent se former en moins d'une journée. Lorsque l'humidité est élevée, la poussière adhère très efficacement aux matières organiques telles que le coton et la soie. Le processus de cimentation augmente considérablement avec des valeurs d'HR élevées.</p>

Tab. 3 et 4  
Exemples de recherche sur les indicateurs visibles et les indicateurs de cause.

Compte tenu de la grande quantité de données collectées, un exemple seulement sera présenté ici, représentatif des problèmes qui se posent normalement lors des campagnes d'information et de constat de conservation du patrimoine culturel. La subjectivité de l'évaluateur est peut-être le principal facteur susceptible d'influencer la campagne de constats d'état. Pour toutes les altérations détectées lors du test, l'évaluation des causes dépendra non seulement de la connaissance des matériaux constitutifs et des techniques d'exécution de l'œuvre – connaissance directement observable de l'apparence et du type de dégradation –, mais également par la capacité critique à reconstruire l'histoire de l'œuvre d'art elle-même (interventions antérieures, mouvements internes et externes, stockage permanent, etc.) et à évaluer les conditions des environnements (Tab. 3 et 4). L'exemple présenté dans le tableau 3 se réfère au revêtement textile d'un tabouret datant de la

fin du XVIII<sup>e</sup> siècle appartenant aux collections du Palais de chasse de Stupinigi : le tissu de soie avec application de broderie a montré une accumulation de matière exogène de couleur grise, compacte, dure et d'épaisseur variable, modifiant la morphologie de surface et les couleurs des broderies. Au cours de la phase de test, cette altération peut être identifiée comme une accumulation de saleté causée par un manque d'entretien du tissu, qui n'a pas fait l'objet d'opérations de nettoyage planifiées dans le passé. L'étude détaillée sur l'histoire de la conservation de l'artefact, qui a été reconstruite grâce aux entretiens avec le personnel de la résidence piémontaise, nous a conduit à identifier une possible cause aggravant l'altération détectée : lors de la reconstruction historique des déplacements à l'intérieur du Palais, il est apparu que le tabouret a été déplacé dans un entrepôt non climatisé et que l'emballage a créé un microclimat confiné avec une humidité relative favorable au processus connu et vérifié en bibliographie sous le terme de « cimentation de la poussière » [Lloyd, 2007, p. 138] (Tab. 4). La limite intrinsèque de cette approche à l'étude des œuvres dans leur contexte d'exposition réside dans le fait que les altérations sont observées sur les objets eux-mêmes. Dans le cas d'une dégradation, cela signifie l'observer quand elle est déjà potentiellement dangereuse pour l'œuvre d'art. Nous avons la liste des altérations et des causes connexes, l'étape suivante consiste à identifier les échantillons de matériaux à insérer dans le même environnement afin d'évaluer « l'agressivité » de l'environnement lui-même. Ces matériaux doivent interagir avec l'environnement de la même manière que les matériaux constitutifs afin de mettre en évidence la cause de l'altération qui est présente, mais de manière rapide et en maximisant l'effet de la cause. Il est important de pouvoir mettre en évidence les causes de l'altération avant que leur effet ne soit visible, mais surtout avant qu'il puisse endommager des objets. En outre, ces matériaux doivent pouvoir souligner en particulier les causes qui produisent des altérations non mises en évidence immédiatement par l'inspection visuelle effectuée par le conservateur-restaurateur.

## Conclusion

Compte tenu du travail complexe d'observation des collections *in situ* et de l'analyse critique des causes possibles qui, dans le « système environnemental » d'une résidence historique, contribuent à une altération des matériaux, il est important d'apporter ici certaines précisions. Une hypothèse fondamentale pour la recherche sur les indicateurs d'altération était la connaissance des matériaux : les phénomènes d'altération de l'état de conservation de nombreux artefacts peuvent être correctement identifiés, définis et liés de manière critique aux causes à partir du matériau constitutif et de la technique d'exécution des œuvres d'art à tester.

Lors du travail *in situ*, les responsables professionnels des tests doivent soumettre les données collectées à un contrôle critique, à travers un système de relations entre l'artefact, le système environnemental et l'histoire conservative de l'œuvre d'art dans son contexte. Le but de ce bilan est de



limiter les erreurs introduites par la subjectivité de l'évaluation dans les relations cause-effet de l'altération.

Le travail effectué jusqu'à présent ne doit pas être considéré comme terminé, mais plutôt poursuivi avec l'élaboration des données collectées au cours du test.

Enfin, grâce à l'expérience acquise au fil des ans, nous avons compris comment le visiteur, indiqué ici comme l'une des causes possibles liées à certaines altérations, peut jouer un rôle différent dans le système de conservation préventive : il s'agit d'un élément qui doit être pris en compte pour la gestion des risques anthropiques mais qui représente également la raison d'être des résidences ouvertes au public.

#### Notes

- [1] Extrait du document « Objectifs du programme de recherche EPICO - 2014-2017 », équipe du château de Versailles, 2015.  
[2] Paolo Luciani (mobilier en bois), Marco Demmelbauer (métaux, céramiques, verre), Valeria Arena (papier), Ilaria Negri (peinture sur toile et sur bois), Roberta Genta (tapisseries, textiles).  
[3] UNI 11182 - Avril 2006 - ICS 01.020; 91.100.15 ; Patrimoine culturel – Pierre naturelle et artificielle – Description de l'altération – Terminologie et définition.

#### Bibliographie

Cette bibliographie est à considérer comme un extrait de la totalité de la littérature scientifique consultée par le groupe de travail.

#### Métaux/Miroir/Verre

- ALLOTEAU F., LEHUÉDÉ P., MAJÉRUS O., BIRON I., DERVANIAN A., CHARPENTIER T., CAURANT D., 2017. « New Insight into Atmospheric Alteration of Alkali-Lime Silicate Glasses ». *Corrosion Science* 122, p. 12-25.  
BRILL R. H., 1975. « Crizzling - A Problem in Glass Conservation ». In : *Conservation in Archaeology and the Applied Arts, Congrès de Stockholm*, p. 121-134.  
CHEN Z. Y., LIANG D., MA G., FRANKEL G. S., ALLEN H. C. et KELLY R. G., 2010. « Influence of UV Irradiation and Ozone on Atmospheric Corrosion of Bare Silver ». *Corrosion Engineering, Science and Technology*, vol. 45, p. 169-180.  
COSTA V. et DUBUS M., 2007. « Impact of the environmental conditions on the conservation of metal artifacts : an evaluation using electrochemical techniques ». In : *Contribution to the Copenhagen Conference Museum Microclimates*, 19-23 novembre 2007, p. 63-65. Disponible en ligne : <http://www.conservationphysics.org/mm/costa/costa.pdf> (consulté le 22 novembre 2018).  
DURAN A., HERRERA L. K., JIMÉNEZ DE HARO M. C., PÉREZ-RODRÍGUEZ J. L., JUSTO A., 2009. « Study of Degradation Processes of Metals Used in Some Artworks from the Cultural Heritage of Andalusia ». *Revista de Metalurgia*, 45 (4), p. 277-286.  
HADSUND P., 1993. « The Tin-mercury Mirror: its Manufacturing Technique and Deterioration Processes ». *Studies in Conservation* 38 (1).

HERRERA QUINTERO L.K., 2009. *Physico-Chemical Research of Cultural Heritage Materials Using Microanalytical Methods*, Doctoral Thesis, Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS-CSIC), Universidad de Sevilla.

KILINÇEKER G., TAZE N., GALIP H., YAZICI B., 2011. « The effect of sulfur dioxide on iron, copper and brass ». *Anti-Corrosion Methods and Materials* 58 (1), p. 4-12.

KNOTKOVA D. et KREISLOVA K., 2007. « Atmospheric corrosion and conservation of copper and bronze ». In : *Transactions on State of the Art in Science and Engineering*, vol. 28, p. 107-142.

KOOB, S. P., 2012. « Crizzling Glasses : Problems and Solutions ». *Glass Technology: European Journal of Glass Science and Technology, Part A* 53 (5), p. 225-227.

KUNICKI-GOLDFINGER J., 2003. « Preventive conservation strategy for glass collections. Identification of glass objects susceptible to crizzling ». In : *The Conservation of Cultural Heritage for Sustainable Development*, p. 301-304.

LIN H., 2013. *Atmospheric Corrosion of Ag and Cu with Ozone, UV and NaCl*, Dissertation, Materials Science and Engineering, The Ohio State University.

OUDBASHI O., 2016. *Corrosion Risk Assessment Approach in Archaeological Bronze Collections : From Burial to Long-term Preservation Environments*, ICOM-CC Metal 2016, New Delhi, Inde.

PAPADOPOULOS N. et DROSOU C. A., 2012. « Influence Of Weather Conditions On Glass Properties ». *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 47 (4), p. 429-439.

PAYNE DE CHAVEZ K., 2010. « Historic Mercury Amalgam Mirrors: History, Safety and Preservation ». *Art Conservator* 5 (1).

Disponible en ligne : <http://www.williamstownart.org/techbulletins/images/WACC%20Historic%20Mercury%20Mirrors.pdf> (consulté le 22 novembre 2018).

QIU P. et LEYGRAF C., 2011. « Initial Oxidation of Brass Induced by Humidified Air ». *Applied Surface Science* 258, p. 1235-1241.

RÖMICH H., BÖHM T., 1999. « Deterioration of Glass By Atmospheric Attack ». In : *Climatic and Air Pollution Effects on Materials and Equipment*, publication N. 2, p. 187-202.

RYAN J. L., McPHAIL D. S., ROGERS P. S., OAKLEY V. L., 1996. « Glass Deterioration in the museum environment A Study of the Mechanisms of Decay using Secondary Ion Mass Spectrometry ». In : *ICOM-CC 11<sup>th</sup> Triennial Meeting*, 1-6 septembre, Edimbourg.  
Samie F., 2006. *HNO<sub>3</sub>-Induced Atmospheric Corrosion of Copper*,

Zinc and Carbon Steel, Doctoral Thesis, KTH, School of Chemical Science and Engineering (CHE), Stockholm: Kemi.

SVEDUNG O. A., JOHANSSON L.-G., VANNERBERG N.-G., 1983. « Corrosion of Gold-Coated Contact-Materials Exposed to Humid Atmospheres Containing Low Concentrations of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> ». In : *IEEE Transactions On Components, Hybrids, And Manufacturing Technology* 6 (3), p. 349-355.

VALDEZ SALAS B., SCHORR WIENER M., LOPEZ BADILLA G., CARRILLO BELTRAN M., ZLATEV R., STOYCHEVA M., JUAN DE DIOS OCAMPO DIAZ, VARGAS OSUNA L., TERRAZAS GAYNOR J., 2012. *H<sub>2</sub>S Pollution and Its Effect on Corrosion of Electronic Components*, Air Quality – New Perspective, p. 263-286.

WALTERS H. V., ADAMS P. B., 1975. « Effects Of Humidity On The Weathering Of Glass ». *Journal of Non-Crystalline Solids* 19, p.183-199.

### Peintures sur toile/Bois peint/Mobilier/Laque

BRATASZ L., KOZLOWSKI R., KOZLOWSKA A., RIVERS S., 2008. « Conservation of the Mazarin Chest : structural response of Japanese lacquer to variations in relative humidity ». In : *ICOM-CC 15th Triennial Meeting*, New Delhi, Inde, 22-26 septembre, Conference Preprints, Vol. II, p. 933-940.

BRATASZ L., RACHWAŁ B., LASZYK L., ŁUKOMSKI M., KOZŁOWSKI R., 2010. *Fatigue fracture of painted wood due to repeated humidity variations. Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences*. [https://www.researchgate.net/publication/263061432\\_Fatigue\\_Damage\\_of\\_the\\_Gesso\\_Layer\\_in\\_Panel\\_Paintings\\_Subjected\\_to\\_Changing\\_Climate\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/263061432_Fatigue_Damage_of_the_Gesso_Layer_in_Panel_Paintings_Subjected_to_Changing_Climate_Conditions) (consulté le 5 avril 2019).

CRISTOFERI E., 1992. *Gli avori, problemi di restauro*. Florence : Nardini Editore.

DARDES K. et ROTHE A. (dir.), 1998. *The Structural Conservation of Panel Paintings : Proceedings of a Symposium at the J. Paul Getty Museum*, 24-28 avril 1995. Los Angeles, CA : Getty Conservation Institute. [http://hdl.handle.net/10020/gci\\_pubs/panelpaintings](http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/panelpaintings) (consulté le 5 avril 2019).

KIRBY J., 1993. « Fading and Colour Change of Prussian Blue: Occurrences and Early Reports ». In : *National Gallery Technical Bulletin*, Vol. 14, p. 62-71. <http://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/kirby1993>(consulté le 22 novembre 2018).

KNUT N., 2003. *Il restauro dei dipinti*, Colonia : Ullmann, p. 335-338.

KRZEMIEŃ L., ŁUKOMSKI M., BRATASZ L., MECKLENBURG M., KOZŁOWSKI R., 2016. « Mechanism of craquelure pattern formation on panel paintings ». *Studies in Conservation* 61, p. 324-330.

LIGTERINK F. G., DI PIETRO G., 2007. « Canvas Paintings on Cold Walls: Relative Humidity Differences Near the Stretcher ». In : *Contribution to the Copenhaghen Conference Museum Microclimates*, 19-23 novembre 2007. Disponible en ligne : [https://natmus.dk/fileadmin/user\\_upload/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/M\\_M/Museum\\_Microclimate/Contributions\\_to\\_the\\_conference/ligterink\\_abstract.pdf](https://natmus.dk/fileadmin/user_upload/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/M_M/Museum_Microclimate/Contributions_to_the_conference/ligterink_abstract.pdf) (consulté le 22 novembre 2018).

LIOTTA G., 1991. *Gli insetti e i danni del legno, Problemi di restauro*. Florence : Nardini Editore.

MECKLENBURG M. F., 1991. « Some mechanical and physical properties of gilding gesso », in Bigelow D. *et al.* (dir.), *Gilded Wood*. Madison Conn: Sound View Press, p. 163-170.

MECKLENBURG, M. F. et TUMOSA C., 1991. « Mechanical behavior of paintings subjected to changes in temperature and relative humidity », in MECKLENBURG M. F. (dir.), *Art in Transit*. Washington : National Gallery of Art, p. 173-216.

MECKLENBURG M. F., TUMOSA C. S. et ERHARDT D., 1998. « Structural response of painted wood surfaces to changes in ambient relative humidity ». In : DORGE V. et HOWLETT F. C. (dir.), *Painted wood:*

*history and conservation*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, p. 464-483.

MECKLENBURG M. F., 2007. *Determining the Acceptable Ranges of Relative Humidity And Temperature in Museum and Galleries. Part 1, Structural Response to Relative Humidity*. Washington, D.C. : Smithsonian Conservation Institute.

MECKLENBURG M. F., 2007. « Microclimate and Moisture Induce Damage on Paintings ». In : *Contribution to the Copenhaghen Conference Museum Microclimates*, 19-23 novembre.

MECKLENBURG M. F., 2008. *Meccanismi di cedimento nei dipinti su tela: approcci per lo sviluppo di protocolli di consolidamento*. Florence : Il Prato.

MICHALSKI S., 1991a. « Crack Mechanisms in Gilding », in BIGELOW D. *et al.* (dir.), *Gilded Wood*. Madison, CT : Sound View Press, p. 171-181.

MICHALSKI S., 1991b. « Paintings - their response to temperature, relative humidity, shock and vibration », in MECKLENBURG M. F. (dir.), *Art and Transit*. Washington : National Gallery of Art, p. 223-248.

OLDSTAD T. M., HAUGEN A., 2007. « Warm Feet and Cold Art: Is This the Solution? Polychrome Wooden Ecclesiastical Art-Climate and Dimensional Changes ». In : *Contribution to the Copenhaghen Conference Museum Microclimates*, 19-23 novembre 2007. Disponible en ligne : <http://www.conservationphysics.org/mm/olstad/olstad.pdf> (consulté le 22 novembre 2018).

RIVERS S. et UMNNEY, N., 2003. *Conservation of Furniture*. Oxford : Butterworth-Heinemann.

RIVERS S., PRETZEL B., FAULKNER R. (dir.), 2011. *East Asian Lacquer: Conservation, Science and Material Culture*. London : Archetype Books.

ROCHE A., 2003. *Comportement mécanique des peintures sur toile. Dégradation et prévention*. Paris : CNRS éditions.

SAUNDERS D. et KIRBY J., 1994. « Light-induced Colour Changes in Red and Yellow Lake Pigments ». In : *National Gallery Technical Bulletin*, Vol. 15, p. 79-97. Disponible en ligne : [http://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/saunders\\_kirby1994](http://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/saunders_kirby1994) (consulté le 22 novembre 2018).

SAUNDERS D. et KIRBY J., 2004. « The Effect of Relative Humidity on Artists' Pigments ». In : *National Gallery Technical Bulletin*, Vol. 25, p. 62-72. Disponible en ligne : [http://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/saunders\\_kirby2004](http://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/saunders_kirby2004) (consulté le 22 novembre 2018).

SHELLMANN N., 2008. « Observations on the causes of flaking in East Asian lacquer structures ». *Conservation Journal* 56 (Autumn 2008). <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-56/observations-on-the-causes-of-flaking-in-east-asian-lacquer-structures/> (consulté le 22 novembre 2018).

SHELLMANN N., 2011. *Delamination and flaking of East Asian export lacquer coatings on wood substrates*. London : Archetype Books. [https://www.researchgate.net/publication/275657145\\_Delamination\\_and\\_flaking\\_of\\_East\\_Asian\\_export\\_lacquer\\_coatings\\_on\\_wood\\_substrates](https://www.researchgate.net/publication/275657145_Delamination_and_flaking_of_East_Asian_export_lacquer_coatings_on_wood_substrates) (consulté le 22 novembre 2018).

SPRING M., HIGGITT C., SAUNDERS D., 2005. « Investigation of Pigment-Medium Interaction Processes in Oil Paint containing Degraded Smalt ». In : *National Gallery Technical Bulletin*, Vol. 26. Disponible en ligne : [https://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/spring\\_higgitt\\_saunders2005](https://www.nationalgallery.org.uk/technical-bulletin/spring_higgitt_saunders2005) (consulté le 22 novembre 2018).

### Papier/Textile

BRIMBLECOMBE P. *et al.*, 2009. « The cementation of coarse dust to indoor surfaces ». *Journal of Cultural Heritage* 10 (3), p. 410-414.

- CALVINI P. et GORASSINI A., 2002. « The degrading action of iron and copper on paper : a FTIR-deconvolution analysis ». *Restaurator* 23 (4), p. 205-221.
- CANEVA G., NUGARI M. P., SALVATORI O. (dir.), 2005. *La biologia vegetale per i Beni Culturali, vol. I, Biodeterioramento e Conservazione*. Florence : Nardini Editore.
- CHIAPPINI, E. et al., 2001. *Insetti e restauro : legno, carta, tessuti, pellame e altri materiali*. Bologna : Calderini Edagricole.
- CHOI S., 2007. « Foxing on paper : a literature review ». *Journal of the American Institute for Conservation* 46 (2), p. 137-152.
- DIGNARD C., MASON J., STRANG T., 1995. « La lutte préventive contre les insectes et les petits animaux ». In : *Conservation préventive dans les musées. Manuel d'accompagnement*, ICC, p. 35-46. <http://www.ccg.gov.qc.ca/index.php?id=174> (consulté le 28 novembre 2018).
- FEDERATO D., *Studio del comportamento chimico-fisico di tessuti in ambiente museale*, Tesi di Laurea, Corso di Laurea specialistica in Scienza Chimiche per la Conservazione ed il Restauro, Università Ca' Foscari di Venezia, a.a. 2012-2013.
- FIGUEIRA F., FERNANDES A., FERREIRA A., 2002. « Discolouration and opacity in paper from contact with air and pollution : characterization and proposal for a reversing treatment ». In : *Works of art on paper, books, documents and photographs : techniques and conservation. Contributions to the Baltimore Congress*, 2-6 septembre 2002, p. 65-68.
- FLIEDER F., CAPDEROU C., DUCHEIN M., 2000. *Sauvegarde des collections du Patrimoine, La lutte contre les détériorations biologiques*. Paris : CNRS Éditions.
- GUILD S. et MACDONALD M., 2004. « Prévention des moisissures et récupération des collections. Lignes directrices pour les collections du patrimoine ». *ICC Bulletin technique* 26, 37 p.
- LENNARD F. et al., 2011. *Strain monitoring of tapestries: results of a three-year research project*. In : *ICOM-CC 16th Triennial Conference*, 19-23 septembre 2011, Lisbonne.
- L'étoffe d'une exposition : une approche pluridisciplinaire*, 1997. Symposium 97, 22-25 septembre 1997, Ottawa, Canada. Ottawa : Institut canadien de conservation.
- LLOYD H., BENDIX C., BRIMBLECOMBE P., THICKETT D., 2007. « Dust in historic libraries et Libraries and archives in historic buildings ». In : *Museum microclimates. Contributions to the Copenhagen Conference*, 19-23 novembre 2007. Copenhagen : The National Museum of Denmark, p. 135-151.
- MANFREDI M., BEARMAN G., FENELLA F., 2015. « Quantitative multispectral imaging for the detection of parchment ageing caused by light : A comparison with ATR-FTIR, GC-MS and TGA analyses ». *International Journal of Conservation Science* 6 (1), p. 3-14.
- MARTUSCELLI E., 2006. *Degradazione delle Fibre Naturali e dei Tessuti Antichi. Aspetti Chimici, Molecolari, Strutturali e Fenomenologici*. Florence : Edizioni Padeia, p. 103-183.
- Monitoring of damage to historic tapestries* <http://www.hrp.org.uk/conservation/conservation-projects/conservation-at-hampton-court-palace/monitoring-of-damage-to-historic-tapestries/#gs.rwAlow>.
- PARCHAS M.-D., 2008. *Comment faire face aux risques biologiques ?* Paris : Direction des Archives de France, 30 p.
- STRANG, T. J. K. et DAWSON J. E., 1991. « Le contrôle des moisissures dans les musées ». *ICC Bulletin technique* 12.
- VAN DER DOE E. et al., 2010. *Archives Damage Atlas. A tool for assessing damage*. La Haye : Metamorfoze.
- WHITMORE P. M., 2011. « Paper ageing and the influence of water », in BANIK G. et BRUCKLE I., *Paper and Water : A Guide for Conservators*. Oxford : Butterworth-Heinemann, p. 238-240.
- WOROBIEC A., 2008. « A seasonal study of atmospheric conditions influenced by the intensive tourist flow in the Royal Museum of Wawel Castle in Cracow, Poland ». *Microchemical Journal* 90, p. 99-106.
- WYETH P. et JANAWAY R. (dir.), 2005. *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*. AHRC Research Centre for Textile Conservation & Textile Studies, First Annual Conference, 13-15 juillet 2004. Londres : Archetype.

### Bibliographie générale

- BS EN 15757:2010. *Conservation of cultural property. Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*.
- BRIMBLECOMBE P. et GROSSI C. M., 2010. *The Identification of Dust in Historic Houses* <https://www.nationaltrust.org.uk/documents/the-identification-of-dust-in-historic-houses.pdf> (consulté le 28 novembre 2018).
- CHILD R. E., 2007. « Insect Damage as a Function of Climate ». In : *Contributions to the conference in Copenhagen, 19-23 November 2007*. Copenhagen : The National Museum of Denmark.
- Dust in historic houses*. <http://www.nationaltrust.org.uk/features/dust-in-historic-houses> (consulté le 28 novembre 2018).
- LOYD H., BRIMBLECOMBE P., GROSSI C. M., 2011. « Low-technology dust monitoring for historic collections ». *Journal of the Institute of Conservation* 34 (1), p. 104-114.
- MARTENS M. H. J., 2012. *Climate risk assessment in museums : degradation risks determined from temperature and relative humidity data*, thèse de doctorat, Université d'Eindhoven. <https://pure.tue.nl/ws/files/3542048/729797.pdf> (consulté le 28 novembre 2018).
- MICHALSKI S., 1987. « Damage to museum objects by visible radiation (light) and ultraviolet radiation (uv) ». In : *Lighting in Museums, Galleries and Historic Houses*. Londres : The Museums Association, p. 3-16.
- MICHALSKI S., 1991. « Paintings - Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration ». In : MECKLENBURG M. F. (dir.), *Works of art in transit*. Washington : National Gallery of Art, p. 223-248.
- MICHALSKI S., 1993. « Relative humidity: A discussion of correct/incorrect values ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *10th Triennial Meeting Preprints*, 22-27 août 1993, Washington, DC. London : James & James, p. 624-629.
- MICHALSKI S., 2014. « The power of history in the analysis of collection risks from climate fluctuations and light ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints*, 15-19 septembre 2014, Melbourne. Paris : International Council of Museums, 8 p.
- NORMA UNI 10586/1997. *Documentazione. Condizioni climatiche per ambienti di conservazione di documenti grafici e caratteristiche degli alloggiamenti*. Milano : Bresciani.
- NORMA UNI 10829/1999. *Beni di interesse storico e artistico - Condizioni ambientali di conservazione - Misurazione ed analisi*. Milano : Bresciani.
- NORMA UNI 10969/2002. *Beni culturali - Principi generali per la scelta e il controllo del microclima per la conservazione dei beni culturali in ambienti interni*. Milano : Bresciani.
- PADFIELD T. et BORCHERSEN K. (dir.), 2007. *Museum Microclimates. Contributions to the conference in Copenhagen, 19-23 November 2007*. Copenhagen : The National Museum of Denmark.
- WATT J., TIDBLAD J., KUCERA V., HAMILTON R., 2009. *The Effects of Air Pollution on Cultural Heritage*. Springer US. <https://www.springer.com/us/book/9780387848921> (consulté le 5 avril 2019).



Silvana Editoriale

*Direction éditoriale*  
Dario Cimorelli

*Directeur artistique*  
Giacomo Merli

*Coordination d'édition*  
Sergio Di Stefano

*Rédaction*  
Carole Aghion

*Mise en page*  
Letizia Abbate

*Organisation*  
Antonio Micelli

*Secrétaire de rédaction*  
Ondina Granato

*Iconographie*  
Alessandra Olivari, Silvia Sala

*Bureau de presse*  
Lidia Masolini, [press@silvanaeditoriale.it](mailto:press@silvanaeditoriale.it)

Droits de reproduction et de traduction  
réservés pour tous les pays  
© 2019 Silvana Editoriale S.p.A.,  
Cinisello Balsamo, Milano  
© 2019 Musée national des châteaux  
de Versailles et de Trianon

Aux termes de la loi sur le droit d'auteur  
et du code civil, la reproduction, totale  
ou partielle, de cet ouvrage sous quelque  
forme que ce soit, originale ou dérivée,  
et avec quelque procédé d'impression que  
ce soit (électronique, numérique, mécanique  
au moyen de photocopies, de microfilms,  
de films ou autres), est interdite, sauf  
autorisation écrite de l'éditeur.

*En couverture*

© EPV Thomas Garnier

Silvana Editoriale S.p.A.  
via dei Laboratori, 78  
20092 Cinisello Balsamo, Milano  
tel. 02 453 951 01  
fax 02 453 951 51  
[www.silvanaeditoriale.it](http://www.silvanaeditoriale.it)