

**L'utilisation du laser pour le nettoyage des polychromies**

**Session de formation continue organisée par le département des restaurateurs**

**Aubervilliers, 12, 13 & 14 avril 2023**

**Orientations bibliographiques réalisées par la bibliothèque de l'Inp**

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 des élèves restaurateurs et les bibliographies de l'Inp sont accessibles en ligne sur <https://mediatheque-numerique.inp.fr/>

**Les technologies laser au service des biens culturels : quelques études générales**

ANGLOS Demetrios, GEORGIU Savas, FOTAKIS Costas, « Lasers in the analysis of cultural heritage materials », *Journal of Nano Research* n° 8, 2009, p. 47-60

CHAPMAN Sasha, « Lasers in art conservation », *Conservation bulletin*, Décembre 1999, n°36, p. 11

« Cleaning techniques in conservation practice », *Journal of architectural conservation*, Vol. 11 No 3, 2005

COCHARD Jean-François, « Le laser au service de l'art », *Mausolée (Le)*, Juillet 1993, n° 683, p. 43-45

COOPER Martin (éd.), *Laser cleaning in conservation, an introduction*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1998, x-98 p.

Traduction espagnole : *Introduccion a la limpieza con laser*, Madrid, Istmo, 2005, xii- 98 p. (Conservacion y restauracion, n° 2)

DELIVRE Jean, « Le laser de nettoyage », *Bulletin de liaison de l'AEAE IFROA*, 1er Semestre 1994, p. 3-6

FORTES ROMAN Francisco Javier, CABALIN ROBLES Luisa Maria, LASERNA VASQUEZ José Javier, « Aplicaciones de las técnicas laser en analisis y conservacion del patrimonio », *PH*, Mai 2010, n° 74, p. 74-93

FOTAKIS C, ANGLOS Demetrios, ZAFIROPULOS V., et al., *Lasers in the preservation of cultural heritage, principles and applications*, New York, N.Y. London, Taylor & Francis, 2006, 336 p.

« Ist Laser die Methode der Zukunft ? », *Restauero*, Mars-Avril 1996, vol. 102 n° 2, p. 96-99

MANFRIN Maurizio, « Laser e restauro: cosa valutare per poter scegliere », *Restauero & conservazione*, 1998, n°26, p. 11-13

PEREIRE-PARDO Lucia, KORENBERG Capucine, « The use of erbium lasers for the conservation of cultural heritage. A review », *Journal of Cultural Heritage*, 2018, vol. 31, p. 236-247

PEZZATI Luca, FOTAKIS Costas, SALIMBENI Renzo (eds), *O3A: Optics for arts, architecture, and archaeology [I]: proceedings, 20-22 June 2007, Munich, Germany*, Bellingham, Wash., SPIE, the International Society for Optical Engineering, 2007, 390 p.

PEZZATI Luca, SALIMBENI Renzo (eds), *O3A: Optics for arts, architecture, and archaeology II : proceedings, 17-18 June 2009, Munich, Germany*. Bellingham, Wash., SPIE, the International Society for Optical Engineering, 2009, 318 p.

PALLOT-FROSSARD Isabelle, DETALLE Vincent, POULI Paraskevi, FOTAKIS Costas, et al., *Le traitement par laser [dossier]*, *Monumental*, 2015, n° 2, p. 94-117

REBOLLAR Esther, OUJJA Mohamed, GASPARD Solenne et al., « Cleaning and microanalysis of artworks: laser technology used in conservation », *Restauro*, Octobre-Novembre 2006, vol. 112, n° 7, p. 467-471

RODE Andrei V., BALDWIN Ken G.H., WAIN Alison et al., « Ultrafast lasers for conservation of heritage artefacts », *AICCM Bulletin*, 2006-2007, vol. 30, p. 17-26

RUIZ-MORENO Sergio, LOPEZ-GIL SERRA Alejandro, MIRALLES ROCA Judith, « El làser i les obres d'art, [Le laser et les oeuvres d'art] », *Unicum*, 2006, n° 05, p. 126-129

SIANO Salvatore, SALIMBENI Renzo, « Neues Licht auf alter Pracht, Zur Laserreinigung von Kunst- und Kulturgut », *Restauro*, 2012, vol. 118, n° 8, p. 54-61

VERBANO Chiara, VENTURINI Karen, PETRONI Giorgio et al., « Characteristics of Italian art restoration firms and factors influencing their adoption of laser technology », *Journal of cultural economics*, vol. 32, n° 1, 2008, p. 3-34

WIEDEMANN Günter, BAUER-BORNEMANN Ulrich, KLOTZBACH Udo, *Laseranwendung in Restaurierung und Denkmalpflege : Grundlagen - Chancen - Perspektiven, Tagung am 30. und 31. Januar 2009 in Osnabrück*, Osnabrück, Fraunhofer IRB Verlag, 2009, 224p.

## **Les technologies laser au service des biens culturels : groupes de travail & congrès**

### ***APLAR - Applicazioni laser nel restauro***

Congrès annuels organisés par le groupe italien de l'International Institute for Conservation (IG-IIC)  
Editeur scientifique : Centro per lo Studio dei Materiali per il Restauro (CESMAR7)  
Activité : <http://www.aplar.eu> (consulté le 29 mars 2023)

APLAR [1] – Vicence, 16 juillet 2007, ed. Il Prato, 2008

APLAR 2 – *La ragione delle scelte*, Sienne, 4 juillet 2008, ed. Il Prato, 2009

APLAR 3 – *Il Laser et I Laser*, Bari, 18-19 juin 2010, ed. Il Prato, 2010

APLAR 4 – Rome, 14-15 juin 2012, ed. Il Prato, 2013

\*APLAR 5 – Musées du Vatican, 18-20 septembre 2014, Nardini Editore, 2015

\*APLAR 6 – Florence, 14-16 septembre 2017, Nardini Editore, 2019

\*APLAR 7 – *Ieri, oggi e domani*, Venise, 7-8 novembre 2019, Nardini Editore, 2022

\*APLAR 8 – Naples, 2023, en préparation

### ***LACONA - Lasers in the conservation of artworks***

Congrès biennuels initiés en 1995 par Costas Fotakis, professeur émérite à l'Université de Crète et membre fondateur de la Foundation Organization for Research and Technology (FORTH), dédiés à l'application des techniques laser au nettoyage des oeuvres d'art, puis aux lasers comme outils d'analyse, d'imagerie et de documentation

Source : <http://lacona12.org/fr> (consulté le 29 mars 2023)

<https://lacona-conferences.org> (consulté le 29 mars 2023)

LACONA I – Héraklion, 4-6 October 1995, ed. Mayer & Comp, 1997 (Restauratorenblätter Sonderband)  
 \*LACONA II – Liverpool, 1997 [non publié]  
 LACONA III – Florence, 26-29 avril 1999, ed. *Journal of cultural heritage*, 2000, Vol. 1, suppl. 1  
 LACONA IV – Paris, 2001, ed. ICOMOS, 2001 (Restauratorenblätter Sonderband)  
 LACONA V – Osnabrück, 15-18 septembre 2003, ed. Springer, 2005 (Springer proceedings in physics n° 100)  
 LACONA VI – Vienne, AT, 21-25 septembre 2005, ed. Springer, 2007 (Springer proceedings in physics n° 116)  
 LACONA VII – Madrid, 17-21 septembre 2007, ed. CRC Press, 2008  
 LACONA VIII – Sibiu, RO, 21-25 septembre 2009, ed. Taylor & Francis, 2011  
 LACONA IX – Londres, 2011, ed. Archetype publications, 2013  
 \*LACONA X – Charjah, Emirats arabes unis, 9-13 juin 2014, ed. Maney Publishing, 2015  
 \*LACONA XI – Cracovie, 19-23 septembre 2016, ed. Nicolaus Copernicus University Press, 2017  
 \*LACONA XII – Paris, 10-14 septembre 2018, ed. *Studies in Conservation* n° spécial (inconnu le 29 mars 2023)  
 \*LACONA XIII – Florence, 12-16 septembre 2022, ed. *Journal of cultural heritage* n° spécial (inconnu le 29 mars 2023)

### Application au nettoyage des surfaces peintes

AZE Sébastien, DELAPORTE Philippe, VALLET Jean-Marc, et al, « Le noircissement du minium dans les oeuvres peintes : vers une technique de restauration par irradiation laser », *Techne* 2008, n° Hors-série, p. 147-149

AZE Sébastien, VALLET Jean-Marc, « Le noircissement du minium en peinture murale. Compréhension des phénomènes d'altération et premiers essais de restauration sous faisceau laser », in *[actes des] 12es journées d'études de la SFIIC (Section française de l'Institut international de conservation)*, Paris, Institut national du patrimoine, 21-24 juin 2006, Champs-sur-Marne, SFIIC, 2006, p. 280-291

BARBETTI Ilaria, FELICI Alberto, « L'uso dei sistemi laser Nd:YAG per la pulitura dei dipinti murali : Integrazioni con altre metodologie, confronti e valutazioni sulla loro efficacia », *OPD restauro*, 2010, n° 22, p. 203-212

BRUNETTO Anna, *L'Utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, S I, Il Prato, 2000, 96 p. (I talents, metodologie, tecniche e formazione nel mondo del restauro)

CHEVALIER-MENU Aurélia, *Comment concevoir un protocole d'application des technologies laser et nanogels pour la conservation/restauration des peintures sur toile*. Thèse en Génie mécanique [physics.class-ph]. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2010  
<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00563478> (consulté le 29 mars 2023)

CHILLE Chiara, SALA Fernando, QIANG Wu, et al., « A study on the heat distribution and oxydative modification of aged dammar films upon Er:YAG laser irradiation », *Journal of the Institute of Conservation*, 2020, Vol. 43, n°1, p. 59-78

CRUZ Adele de, WOLBARSHT Myron L., HAUGER Susanne A., « The introduction of lasers as a tool in removing contaminants from painted surfaces » [en ligne], In *Art et chimie, la couleur : actes du Congrès* [Paris, 16-18 septembre 1998] sous la dir. de Jacques Goupy et Jean-Pierre Mohen, Paris, CNRS éd., 2000, p. 157-162 <http://monalaserllc.com/Article6.pdf> (consulté le 29 mars 2023)

DE CESARE G., MELESSANAKI K., POULI P., DOMINGUES J., ROSI F., MILIANI C. FOTAKIS C. « Laser cleaning applied to contemporary paintings, optimization of working parameters » in FUSTER-LOPEZ, Laura, CHAROLA A. Elena, MECKLENBURG Marion F., DOMENECH-CARBO Maria Teresa (Eds), *Cleaning 2010, New insights into the cleaning of paintings, conference preprints (abstracts)*, Universitat politècnica de Valencia/ Universidad politècnica de Valencia, May, 26th-28th 2010, Valencia, Universitat politècnica de Valencia, 2010, pp. 91-92

DETALLE Vincent, GLORIEUX Quentin, BRUDER Romain, *et al.*, « La spectroscopie d'émission optique sur plasma induit par laser (LIBS) » [en ligne], *L'actualité chimique*, 2007, no 312-313, p. 98-104  
<https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/312-313-oct-nov-p.98-Detalle.pdf>  
(consulté le 29 mars 2023)

EIPPER Paul-Bernhard, FRANKOWSKI Gottfried, OPIELKA Horst, WELZEL Julia, *Ölfarben-Oberflächenreinigung: die Reinigung von Ölfarbenoberflächen und ihre Überprüfung durch das Raster-Elektronen-Mikroskop, das Niederdruck-Raster-Elektronen-Mikroskop, die Laser-Profilometrie und die 3D-Messung im Streifenprojektionsverfahren*, München, Christian Müller-Straten, 2004, 152 p.

HELLEN Rebecca, « Preliminary study into the reduction and removal of naturally aged varnishes from painted surfaces using an ER:YAG laser in a two step cleaning process with solvents », *Journal of the Institute of Conservation*, 2020, Vol. 43, n°1, p. 79-93

\**I dipinti murali. Applicazioni di nanotecnologie e laser. Progetto TemArt*, Firenze, Nardini Editore, 2015, 94 p.

LOPEZ Maxime, *Évaluation et développement d'une technique de nettoyage des peintures par procédé d'interaction laser-matière*, Thèse de doctorat dirigée par Wilkie chancelier, Nicolas Physique - Cergy CY Cergy Paris Université 2020 [en ligne]  
<http://www.theses.fr/2020CYUN1018> (consulté le 29 mars 2023)

LOPEZ Maxime, BAI Xueshi, MARTOS-LEVIF Dominique, *et al.*, « Vers une nouvelle approche du nettoyage de peintures : le laser comme outil de dévernissage », *Technè. La science au service de l'histoire de l'art et de la préservation des biens culturels*, 2020, n° 50, p. 80-91

MATTEINI Mauro, LANTERNA Giancarlo, « Il laser a Erblio per la pulitura dei dipinti: verifiche tecniche e analitiche », *Kermes*, Octobre-Décembre 2001, n° 44, p. 55-61

MORAIS Paulo J., BARATA M. J., GOUVEIA Helena, *et al.*, « The InART project, an overview: innovative laser based system and technologies for in-situ cleaning of painting artworks », *Restauro* [allemand], Juillet-août 2010, Vol. 116 n° 5, p. 308-316

MORAIS Paulo J., BORDALO Rui, GOUVEIA Helena, « Laser technology in conservation and restoration : The particular case of painted artworks », *Restauro* [allemand], Décembre 2007 - Vol. 113 n° 8, p. 540-546

PATTI Mattia, SIANO Salvatore (eds), *I dipinti mobili : applicazioni sperimentali di sistemi laser per la pulitura : metodologie per la pulitura, uso del laser nella pulitura, strumenti e applicazioni*. Progetto TemArt, *Tecniche avanzate per la conoscenza materica e la conservazione del patrimonio storico-artistico (conservation notebooks 4)*, Firenze, Nardini Editore, 2017, 70 p.

PETRAKIS A., « Laser applications in painting conservation », in *Lacona I, op. cit.*, p. 57-60

PRIEGO Enrique, HERRAEZ José, DENIA José Luis, NAVARRO Pablo, « Technical study for restoration of mural paintings through the transfer of a photographic image to the vault of a church », *Journal of cultural heritage*, novembre-décembre 2022, Vol. 58, p. 112-121

ROGERIO-CANDELERIA Miguel Ángel, LAZZARI Massimo, CANO Emilio (eds), *Science and technology for the conservation of cultural heritage, proceedings of the International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage, Santiago de Compostela, Spain, 2-5 October 2012*, Boca Raton, Florida, CRC Press, cop. 2013, XII-433 p.

SGAMELLOTTI Antonio, BRUNETTI Brunetto Giovanni, MILIANI Costanza (Eds), *Science and art, the painted surface*, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2014, XXIV-620 p.

SHEKEDE L., « Lasers: a preliminary study of their potential for the cleaning and uncovering of wall paintings », in *Lacona I, op. cit.*, p. 51-56

VERGES-BELMIN Véronique, « Restauration de la pierre dans les portails aujourd'hui partiellement polychromés », in *La Couleur et la pierre : polychromie des portails gothiques : actes du colloque, Amiens, 12-14 octobre 2000* [organisé par l'Agence régionale du patrimoine de Picardie] sous la direction de Denis Verret & Delphine Steyaert, Paris, Picard, 2002, p.151-162

ZAFIROPOULOS Vassilis, FOTAKIS Costas, « Lasers in the conservation of painted artworks », in COOPER Martin (éd.), *Laser cleaning in conservation, an introduction, op. cit.*, p. 79-92

### Techniques & équipements Laser

COOPER Martin, « Practical laser cleaning with a Q-switched ND, YAG laser », in COOPER Martin (éd.), *Laser cleaning in conservation, an introduction, op. cit.*, p. 57-66

DETALLE Vincent, « Une nouvelle technique d'analyse par laser appliquée aux oeuvres d'art », *Culture et recherche*, Printemps - été 2008 - n° 116-117, p. 6-7

GAETANI Maria Carolina MONTINI Ilaria, «Linee guida per la valutazione dell'efficacia di differenti strumentazioni laser », in BRUNETTO Anna (ed.), *APLAR 2 Applicazioni laser nel restauro, la ragione delle scelte, op. cit.*, 2009, p. 69-87

KANE D.M. (ed), *Laser Cleaning II*, Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2006, XXXI-289 p.

LENTJES Marco, *Controlled laser cleaning of artworks via low resolution plasma spectroscopy and linear correlation* [en ligne], Thèse, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2007 [http://doc.utwente.nl/58098/1/thesis\\_Lentjes.pdf](http://doc.utwente.nl/58098/1/thesis_Lentjes.pdf) (consulté le 29 mars 2023)

O'SHEA Donald C., CALLEN W. Russel, RHODES William T. et al. *Introduction aux lasers et à leurs applications*, Paris, Eyrolles, 1980, viii-269 p.

PINI Roberto (dir.), *Tecniche e sistemi LASER per il restauro dei beni culturali*, Firenze, Nardini, 2001, 142 p. [Supplément au n° 4 de *Kermes, la rivista del restauro*]

RUBAHN H. G., *Laser applications in surface science and technology*, Chichester, John Wiley & Sons, 1999, ix-336 p.

\*SALIMBENI Renzo (ed.), *Laser techniques and systems in art conservation, [Conference proceedings] 18-19 June 2001, Munich, Germany*, Bellingham (Wash.), SPIE, cop. 2001 (Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering, 4402)

SALIMBENI Renzo, PINI Roberton, SIANO Salvatore, « A variable pulse duration Q-switched Nd: YAG laser system for conservation », In *LACONA IV, op. cit.*, p. 41-44

SCHAAF Peter, CARPENE Ettore, DINESCU Maria, et al., *Laser processing of materials: fundamentals, applications and developments*, Heidelberg / Londres, Springer Verlag, 2010, 231p.

STONE Thomas, DIGNARD Carole, « Le point sur le nettoyage au laser Nd-Yag à l'ICC », *ICC Bulletin*, Mars 1997, n° 19, p. 5-6

TEPPO Ed, ANDREOTTI Alessia, COLOMBINI Maria Perla, DE CRUZ Adele, et al., *Er:YAG lasers in Conservation*, [numéro spécial], *Journal of the Institute of Conservation*, 2020, vol. 43, n° 1, 121 p.

TORNARI Vivi, « Laser interference-based techniques and applications in structural inspection of works of art », *Analytical and bioanalytical chemistry*, vol. 387 n° 3, Février 2007, p. 761-780

TREPS Nicolas, BRETENAKER Fabien, TOWNES Charles H., *Le laser : 50 ans de découvertes*, Les Ulis, EDP Sciences, 2010, 179 p.

WOLBARSHT Myron L. « Physics and chemistry of superficial ablation by Er : YAG Lasers » in CREMONESI Paolo (Ed.), *Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobili, atti del convegno*, Piazzola sul Brenta (PD) 25-26 ottobre 2002, pp. 55-57

ZAZO Arturo, JIMENEZ Daniel, FARJAS Mercedes, *Guia visual de trimble realworks, software laser 3d. guia de usuario*, Madrid, Ediciones la Ergástula, 2011, 51-[6] p.

### Sécurité

AFNOR, *Sécurité des lasers*, Saint-Denis, AFNOR, 2008, 1 cédérom (Recueil normes & réglementation, n° 63)

\*COOPER Martin, VERGES-BELMIN Véronique, PIRES Margarida et al, *Cleaning safely with a Laser in artwork conservation*, Liverpool, National Museums, 2006, 25 p.

GAUTHIER Franck, « L'utilisation en sécurité du laser », *Travail et sécurité*, Novembre 2000, n° 601, p. 29-39

### Etudes de cas

BRUNETTO Anna, BONO Giulio, FREZZATO Fabio, « ER :YAG laser clearing of "San Marziale in Gloria" by Jacopo Tintoretto in the church of San Marziale, Venice », *Journal of the Institute of Conservation*, 2020, vol. 43, n° 1, p. 44-58

BRUNETTO Anna, LUCCHINI Guido, RAVA Antonio, « Un caso di restauro conservativo di una tela contemporanea con il LASER. Il restauro dell'opera di Marco Gastini "Senza titolo 1980" », *Progetto restauro*, 2004, n° 29, p. 4-11

CASCIOLI Stella, GIGLIOLA PATRIZI Maria, MAZZEI Barbara, « Quando le nuove tecnologie apportano progressi : la revisione della pulitura delle pitture murali dell' Ipogeo degli Aureli », in *Lo Stato dell'arte 9 : IX congresso nazionale IGIC [International institute for conservation (IIC), Italian group (IG)] : volume delle atti: Cosenza, Palazzo Arnone, 13-15 ottobre 2011*, Firenze, Nardini Editore, 2011, p. 523-529

SPAGNOLI Francesca (dir.), *Il restauro del crocifisso ligneo di Antonio da Sangallo il Vecchio*, Firenze, Edifir edizioni, [2021], 63 p.