

Nouvelle méthode d'application du gel d'agar en spray pour le nettoyage des surfaces

Session de formation continue organisée par le département des restaurateurs

Aubervilliers, 6 et 7 mars 2025

Orientations bibliographiques réalisées par la bibliothèque de l'Inp et l'intervenante

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 consultables en ligne
<https://mediatheque-numerique.inp.fr/>

Le gel d'agar et ses propriétés en conservation-restauration

ANGELOVA Lora, ORMSBY Bronwyn, TOWNSEND Joyce H., WOLBERS Richard [et al.], (eds), *Gels in the Conservation of Art*, Londres, Archetype Publications, 2017, XI-400 p.

BERTASA Moira, CHIANTORE O., POLI T., RIEDO C. [et al.], « A study of commercial Agar gels as cleaning materials », In ANGELOVA Lora, ORMSBY Bronwyn, TOWNSEND Joyce H., WOLBERS Richard [et al.], (eds), *Gels in the Conservation of Art*, op. cit., pp. 11-18.

*BERTASA Moira, DODERO Andrea, ALLOISIO Marina, VICINI Silvia, [et al.], « Agar gel strength, a correlation study between chemical composition and rheological properties », *European polymer journal*, 2020, vol. 123, article n°109442
Preprint [en ligne] <http://hdl.handle.net/2318/1763888> [consulté le 3 mars 2025].

CAMPANI Elisa, CASOLI Antonella, CREMONESI Paolo, *L'uso di Agarosio e Agar per la preparazione di "gel rigidi"* [Use of Agarose and Agar for preparing "rigid gels"], Saonara, Il prato, 2007, 52 p. (I Quaderni del CESMAR7, 4).

CAVALLARO Giuseppe, MILIOTO Stefana, LAZZARA Giuseppe, « Halloysite Nanotubes: Interfacial Properties and Applications in Cultural Heritage », *Langmuir*, 2020, 36, 14, 3677-3689 [en ligne]
<https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c00573> (consulté le 17 avril 2024).

CHAPLIN Martin, *Water structure and science, hydration/hydrocolloids and gums/agar*, 2009 [En ligne]
Dernière mise à jour 04/01/2022 https://water.lsbu.ac.uk/water/water_structure_science.html (consulté le 3 mars 2025).

CREMONESI Paolo, « Rigid gels and enzyme cleaning », *Materials Science*, 2012 [en ligne]
<https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20507/29.Cremonesi.SCMC3.Mecklenburg.Web.pdf?iAllowed=y&sequence=1> (consulté le 3 mars 2025).

*GIORDANO Ambra, CARUSO, CREMONESI Paolo, *Gel rigidi polisaccaridici per il trattamento dei manufatti artistici*, Saonara, Il Prato, 2019, 64 p.

*LAHRECH Kh., SAFOUANE A., PEYRELLASSE J., « Sol state formation and melting of agar gels rheological study », *Physica A, Statistical mechanics and its applications*, 2005, vol. 358, n°1, p. 205-211.

MAALLOUM M., PERNODET N., TINLAND B., « Agarose gel structure using atomic force microscopy: Gel concentration and ionic strength effects », *Electrophoresis*, 1998 Jul;19(10), p. 1606-107 [en ligne] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9719534> (consulté le 3 mars 2025).

*MEUNIER Vincent, NICOLAI Taco, DURAND Dominique, « Structure of aggregating κ- carrageenan fractions studied by light scattering », *International journal of biological macromolecules*, 2001, vol. 28, n°2, p. 157-165.

*MORRIS Edwin R., REES David A., Robinson Geoffrey, « Cation-specific aggregation of carrageenan helices: domain model of polymer gel structure », *Journal of molecular biology (JMB)*, 1980, vol. 138, n°2, p. 349-362.

*PALLA Franco, BARRESI Giovanna, CHISESI Rosa Maria [et al.], « Innovative and Integrated Strategies: Case Studies », in PALLA Franco, BARRESI Giovanna (eds), *Biotechnology and Conservation of Cultural Heritage*, Springer Cham, 2^{ème} ed. 2022, chapitre 5.

SANSONETTI Antonio, BERTASA Moira, CANEVALI Carmen, RABBOLINI Alfiero [et al.], « A review in using agar gels for cleaning art surfaces », *Journal of Cultural Heritage*, 2020, vol.44, pp. 285-296.

SCOTT Cindy Lee, « The use of agar as a solvent gel in objects conservation », in *American Institute for Conservation annual meeting, Objects Specialty Group Postprints*, 2012, Vol. 19, pp. 71-83 [en ligne] <http://resources.culturalheritage.org/osg-postprints/wp-content/uploads/sites/8/2014/12/osg019-04.pdf> (consulté le 3 mars 2025).

*WATASE M., NISHINARI K., HATAKEYAMA T., « DSC study on properties of water in concentrated agarose gels », *Food Hydrocolloids*, 1988, vol. 2, n°6, pp. 427-738.

Application en spray

GIORDANO Ambra, CARUSO Maria Rita, LAZZARA Giuseppe, « New tool for sustainable treatments: agar spray - research and practice », *Heritage Science*, 2022, n°123 [en ligne] <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-022-00756-9> (Consulté le 3 mars 2025).

GIORDANO Ambra, CREMONESI Paolo, « New methods of applying rigid agar gels, from tiny to large-scale surface areas », *Studies in Conservation*, 2021, Vol. 66, n° 8, pp. 437-448.

HUGHES L.W., OSWALT F.W., MORRIS M.E., BEAKLEY J.W., « Surface sampling with an agar spray technique. Materials Science », *Applied microbiology*, 1968, vol. 16, n° 12 [en ligne] <https://doi.org/10.1128/am.16.12.1935-1936.1968> (consulté le 3 mars 2025).

*TUKIVENE Rando, TRUUS Kalle, KOLLIST Andres, VOLOBUJEVA Olga [et al.], « Gel-forming Structures and Stages of Red Algal Galactans of Different Sulfation Levels », *Journal of Applied Phycology*, 2008, vol. 20, pp. 527-535.

Utilisation en conservation-restauration des peintures

ANZANI Marilena, BORGIOLI Leonardo, RABBOLINI Alfiero, TONIUTTI Andrea, « S. Eugenio a Milano, 120 MQ di pulitura ad Agar Agar », in *Lo Stato dell'arte 9 : IX congresso nazionale IGIC : volume delle atti* : Cosenza, Palazzo Arnone, 13-15 ottobre 2011, Cosenza, 2011, Florence, Nardini, 2011, pp. 197-204.

*CREMONESI Paolo, « Rigid gels and enzyme cleaning », In MECKLENBURG Marion F., CHAROLA A. Elena, KOESTLER Robert J. (eds), *New Insights into the Cleaning of Paintings, Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference, Universidad Politecnica de Valencia and Museum Conservation Institute*, Washington DC, Smithsonian Institution Scholarly Press, 2013, pp. 179-183.

CREMONESI Paolo, « Surface cleaning ? Yes, freshly grated Agar gel, please », *Studies in Conservation*, 2016, Vol. 61, n° 6, pp. 362-367.

CREMONESI Paolo, « Thermo-reversible rigid agar hydrogels, their properties and action in cleaning », In ANGELOVA Lora, ORMSBY Bronwyn, TOWNSEND Joyce H., WOLBERS Richard [et al.], (eds), *Gels in the Conservation of Art*, op. cit., pp. 19-28.

DIAMOND Olympia, BARKOVIC Maggie, CROSS Maureen [et al.], « The role of agar gel in treating water stains on acrylic paintings, case study of composition, 1963 by Justin Knowles », *Journal of the American Institute for Conservation (AIC)*, 2019, Vol. 58, n° 3, pp. 144-157.

GOREL Florence, « Assessment of agar gel loaded with micro-emulsion for the cleaning of porous surfaces », *CeROart*, 2010, n° 6 [en ligne] <https://journals.openedition.org/ceroart/1827> (consulté le 17 avril 2024).

GOREL Florence, *Conservation-restauration d'un thang-ka (Musée Guimet, Paris) imprégné d'un vernis mastic. Etude comparative de plusieurs méthodes de nettoyage d'une couche poreuse (buvard, agar-agar, Klucel G, gel nanomagnétique) associées à une micro-émulsion*. Mémoire de master recherche 2^e année, Saint-Denis, Inp, département des restaurateurs du patrimoine, 2010, 179 p.

JIA Yiming, SCIUTTO Giorgia, BOTTEON Alessandra, CONTI Claudia [et al.], « Deep eutectic solvent and agar : a new green gel to remove proteinaceous-based varnishes from paintings », *Journal of cultural heritage*, septembre-octobre 2021, Vol. 51, pp. 138-144.

SENSERRICH-ESPUNES R., ANZANI M., RABBOLINI A., FONT-PAGÈS L., « L'intervento con i gel di Agar sulle pitture murali del trecento nella capella di Sant Miquel, al monastero reale di Santa Maria de Pedralbes di Barcelona », in *Lo stato dell'arte 13, XIII congresso nazionale IGIC, Volume delle Atti*, Torino, Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, 22-24 ottobre 2015, pp. 161-169.

SIENA Francesca, LANFRANCHI Maria Rosa, FELICI Alberto [et al.], « Studio e restauro del dipinto murale di Ottavio Steffenini (1937) nel palazzo di Giustizia a Milano, sperimentazione per la riduzione dei sali solubili », *OPD Restauro*, 2017, n° 29, pp. 159-174.

STAVROUDIS Chris, « Silicone-based solvents in Conservation, as free solvents and components of gel-systems and micro-emulsions », In EMANUELA Valentina, BONINO Selva (eds), *Dall'olio all'acrilico, dall'Impressionismo all'arte contemporanea. Studi, ricerche, indagini scientifiche ed interventi conservativi. Atti del VII Congresso Internazionale Colore e Conservazione*, Milano, 13-14 novembre 2015, pp. 176-184.

*WOLBERS Richard, *Un approccio acquoso alla pulitura dei dipinti*, Padoue, Il Prato, 2004.

Utilisation en conservation-restauration des arts graphiques

BERZIOLI M., BOTTI L., CASOLI A., CORAZZA A. [et al.], « Evaluation of cleaning and chemical stabilization of paper treated with a rigid hydrogel of Gellan gum by means of chemical and physical analyses », in *ICOM-CC 16th Triennial conference*, Lisbon, 19-23 September 2011, preprints, L'article est disponible uniquement en ligne à l'adresse suivante (consultée le 3 mars 2025) https://www.researchgate.net/publication/285731526_Evaluation_of_cleaning_and_chemical_stabilization_of_paper_treated_with_a_rigid_hydrogel_of_gellan_gum_by_means_of_chemical_and_physical_analyses

DELATTRE Céline, *La conquête de l'Algérie sur les pas des ducs d'Aumale et d'Orléans en 1840 : étude et restauration d'un album de dessins de Félix Philippoteaux (musée Condé, Chantilly)*, Étude

comparative et critique de techniques de nettoyage aqueux du papier : immersion, gels rigides (agar et gellane) et paraprint. Mémoire de master recherche 2^e année, Saint-Denis, Inp, département des restaurateurs du patrimoine, 2015, 244 p.

*IANNUCELLI S., SOTGIU S., « L'impiego di gel rigidi polisaccaridici per il trattamento di pulitura di opere grafiche a stampa », in *Lo Stato dell'Arte, Atti del VII Congresso Nazionale IGIIIC*, Napoli 8-10 Ottobre 2009, IGIIIC, Torino 2009.

Utilisation en conservation-restauration du bois

*KIRKPATRICK S., *L'utilisation des gels d'agar pour le nettoyage superficiel des dorures aqueuses posées sur des objets tridimensionnels en bois*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du titre de Master en Arts plastiques, visuels et de l'espace, Bruxelles, Ecole Nationale Supérieure des Arts Visuels de La Cambre, 2018.

SAUVAGE Etienne de, « *Voyage baroque* ». *Etude, conservation et restauration d'un coffret du XVIII^e siècle en bois et écaille de tortue conservé au Musée des Arts Décoratifs de Paris. Etude de la pénétration de l'eau dans le bois induite par l'application d'hydrogels rigides de nettoyage*. Mémoire de master recherche 2^e année, Aubervilliers, Inp, département des restaurateurs du patrimoine, 2021, 232 p.

Utilisation en conservation-restauration du métal

*CANEVALI Carmen, FASOLI Mauro, BERTASA Moira, « A multi-analytical approach for the study of copper stain removal by agar gels », *Microchemical Journal*, 2016, vol. 129, pp. 249-258.

DUPKE Andrea, RAIMON Aymeric, GUILMINOT Elodie, « Nouvelles utilisations des gels à base d'agar pour le nettoyage des métaux », *ARAAFU Cahier technique*, 2020, n° 26, pp. 71-79.

GIRAUD Tiffanie, GOMEZ Alban, LEMOINE Stéphane, PELE-MEZIANI Charlène [et al.], « Use of gels for the cleaning of archaeological metals, case study of silver-plated alloy coins », *Journal of Cultural Heritage*, 2021, vol. 52, p. 73-83.

Utilisation en conservation-restauration du patrimoine bâti

BERTASA Moira, CANEVALI Carmen, SANSONETTI Antonio, LAZZARI Massimo [et al.], « An in-depth study on the agar gel effectiveness for built heritage cleaning », *Journal of cultural heritage*, janvier-février 2021, Vol. 47, p. 12-20.

*CARUSO Maria Rita, MEGNA Bartolomeo, LISUZZO Lorenzo, CAVALLARO Giuseppe [et al.], « Halloysite nanotubes-based nanocomposites for the hydrophobization of hydraulic mortar », *Journal of coating technology and research*, 2021, vol. 18, p. 1625-1634.

Utilisation en conservation-restauration de la pierre, de la terre & du plâtre

ANZANI M., BERZIOLI M., CAGNA M., [et al.], *Gel rigidi di Agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso* [Use of Rigid Agar Gels for Cleaning Plaster Objects], Padoue, Il Prato, 2008 (Quaderni del CESMAR7, 6).

ANZANI M., CANEVALI C., CASATI C., RABBOLINI A., SANSONETTI A., STRIOVA J., A cleaning method based on the use of agar gels : new tests and perspectives. 12th International congress on the deterioration and conservation of stone, Columbia University, 2012.

BEAUGNON Diane, « Le nettoyage au gel d'agar fluide sur des terres cuites archéologiques », *ARAAFU Cahier technique*, n° 22, 2015, pp. 65-67.

BEAUGNON Diane, *Une urne cinéraire étrusque de la période hellénistique (musée du Louvre, Paris). Étude, conservation et restauration d'une terre cuite avec une polychromie mate. Évaluation d'une méthode de nettoyage aqueux à base d'un gel d'agar*. Mémoire de master recherche 2^{ème} année, Saint-Denis, Inp, département des restaurateurs du patrimoine, 2012, 180-LVII p.

ANZANI Marilena, BERZIOLI Michela, CAGNA Marco, CAMPANI Elisa [et al.], *Gel rigidi di agar per il trattamento di pulitura di manufatti in gesso, Use of rigid Agar gels for cleaning plaster objects*, Saonara, Il prato, 2008, 55 p. (I Quaderni del CESMAR7, 6).

*CAVALLARO Giuseppe, MILIOTO Stefana, NIGAMATZYANOVA Laysan, AKHATOVA Farida, FAKHRULLIN Rawil, et LAZZARA Giuseppe, « Pickering Emulsion Gels Based on Halloysite Nanotubes and Ionic Biopolymers: Properties and Cleaning Action on Marble Surface » *ACS Applied Nano Materials*, n°2, vol.5, 2019, pp. 3169-3176.

ROYO FRAGUAS Carmen, MORALES ALMONACID Melissa, ESPINOZA IPINZA Fernanda, et al., "Resultados exploratorios de la aplicacion de geles de agar-agar para la limpieza de superficies de Yeso : una propuesta metodologica", *Conserva*, n°20, 2015.

TUMMINELLO Antonella, « Gel di Agar per la pulitura di manufatti in gesso », in *Lo Stato dell'arte 9 : IX congresso nazionale IGIC, volume delle atti, Cosenza, Palazzo Arnone, 13-15 ottobre 2011*, Firenze, Nardini, 2011, pp. 221-227.