



MINISTÈRE  
DE LA CULTURE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

CENTRE DE  
RECHERCHE  
ET DE  
RESTAURATION  
DES MUSÉES  
DE FRANCE

# C2RMF

# Rapport d'activité 2022



# **C2RMF**

## Rapport d'activité 2022

# Sommaire

Édito  
[p. 3](#)

Organigramme  
[p. 4](#)

Temps forts  
[p. 6](#)

Chiffres-clés  
[p. 8](#)

## 1

Les ressources, les compétences,  
et les moyens au service  
des missions  
[p. 11](#)

Les nouvelles compétences  
au service des missions  
[p. 12](#)

Les nouveaux équipements  
et le développement  
instrumental  
[p. 16](#)

Les développements  
méthodologiques  
[p. 18](#)

L'enrichissement des données  
de référence  
[p. 22](#)

La Régie des œuvres  
[p. 25](#)

Les partenariats et synergies  
au niveau national  
et international  
[p. 28](#)

## 2

Les activités de service  
aux musées  
[p. 33](#)

Les études d'œuvres  
ou d'ensembles d'œuvres  
[p. 34](#)

Les restaurations  
[p. 42](#)

Les conseils et assistance  
aux collections publiques  
[p. 50](#)

Les expertises  
avant acquisition  
[p. 54](#)

Le centre de ressources  
documentaires  
[p. 58](#)

Le Réseau des Bibliothèques  
des Musées Nationaux  
[p. 61](#)

## 3

Les programmes de recherche  
[p. 63](#)

Les matériaux du patrimoine  
dans l'espace et dans le temps  
[p. 64](#)

L'étude des procédés de création  
[p. 70](#)

L'étude des phénomènes  
d'altération des œuvres  
[p. 74](#)

Le développement  
de nouveaux protocoles  
de conservation-restauration  
[p. 78](#)

## 4

Diffusion et gouvernance  
[p. 83](#)

Diffusion, communication  
et éditions  
[p. 84](#)

Gouvernance  
[p. 86](#)

# Édito

Quel bilan tirer de 2022 dans un rapport d'activité renouvelé dans sa forme et ses objectifs ?

Ce qui a été souhaité par rapport aux exercices précédents, outre le fait de revenir à l'annualité, c'est de mettre en avant l'interdisciplinarité mise en œuvre dans l'institution. En effet, nos missions mobilisent de multiples disciplines, des savoirs faire professionnels nombreux et pointus, des développements instrumentaux novateurs et des méthodologies d'intervention toujours en évolution.

Recherche, restauration et conservation préventive, au service des collections publiques et de leurs responsables, constituent à la fois les missions fondamentales de l'établissement et participent largement de sa structuration. L'archivage et la conservation des données de recherche et de restauration, l'accumulation de références qui en résulte, la croissance des données instrumentales sous-tendent l'ensemble des activités, les enrichissent et participent de la diffusion et du partage des connaissances.

Surtout, ces différentes missions sollicitent des compétences et des profils extrêmement divers au service des œuvres et des matériaux du patrimoine. Elles sont mises en œuvre de façon concomitantes ou complémentaires et dessinent des périmètres d'intervention sans cesse renouvelés, spécifiques à chaque œuvre en fonction des problématiques qui lui sont propres.

L'enjeu est donc d'illustrer les moyens et les ressources mis en œuvre en 2022, les compétences acquises ou les nouveaux instruments et méthodologies renouvelés.

Le service rendu aux musées, aux collections publiques est montré dans sa diversité : augmentation de la connaissance, préparation, suivi et restauration des œuvres, accompagnement des responsables de collections publiques muséales ou non, expertises avant acquisition. Les programmes de recherche constituent à la fois le sous-bassement des réponses aux questions des professionnels du patrimoine et ouvrent des perspectives pour mieux prendre en compte les situations de dégradation, mieux répondre aux enjeux de la conservation et mieux intervenir à terme quand il s'agit de prévenir ou de restaurer.

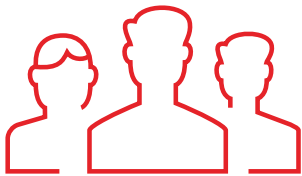
L'année 2022 a également été l'occasion de faire évoluer la structure en identifiant plus clairement un pôle de recherches organiques au sein du département Recherche, ou d'effectuer une revue des moyens de communication du C2RMF tant internes qu'externes et de renouveler de nombreux partenariats. La participation en 2022 à la fête de la Science a également constitué, pour un établissement non ouvert au public, un événement important pour la connaissance de ses missions par le grand public.

Enfin, la préparation de l'opération de restructuration de l'aile de Sceaux de la Petite écurie du roi, et celle de la concentration temporaire des ateliers de restauration de Versailles dans l'aile de Paris, ont constitué une très lourde charge pour toutes les unités et les collègues concernés.

Cette opération couplée à une attention particulière portée au renouvellement des matériels et des instruments tout comme à leur maintenance, et aux conditions de santé sécurité au travail est un gage donné à l'avenir et à la pérennité de nos missions.

Jean-Michel  
Loyer-Hascoët,  
directeur du Centre  
de Recherche et  
de Restauration des  
Musées de France

# Organigramme



**DIRECTION**  
Jean-Michel Loyer-Hascoët  
Directeur

**SECRÉTARIAT GÉNÉRAL**  
Astrid Moitrieux  
Secrétaire générale

Véronique Lefebvre-Perez  
Adjointe

**ARCHIVES - DOCUMENTATION**  
Marine Zelverte (Responsable)  
Véronique Reuter, Cécile Binet,  
Fabrice Grandineau, Marianne  
Segaud, Simone Duchêne,  
Léa Feraille

**BIBLIOTHÈQUES**  
Valérie Chanut-Humbert  
(Responsable)  
Claire Cheymol, Pascale Gillet,  
Lucie Tanguy

**BUDGET COMPTABILITÉ**  
Lola Treguer (Responsable)  
Malys Ao, Annette Moustin

**INFORMATIQUE**  
Martial Freyburger (Responsable)  
Abdelkader Ouarhani

**ACCUEIL SÉCURITÉ  
MAINTENANCE**  
Gabriel Harris (Responsable)

**GESTION DES PERSONNELS**  
Danuta de Almeida (Responsable)  
Alioune Seck, Delphine  
Guyonnet, Kadiatou Sanou

**SECRÉTARIAT**  
Chloé Lakhal, Corinne Legrand,  
Bastian Viscaino

**CHARGÉ DE MISSION  
NUMÉRIQUE**  
Ali Rahimi



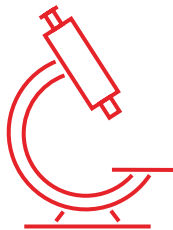
**ACCUEIL & SURVEILLANCE**  
CARROUSEL/FLORE  
Marie Alexandrine, Isabelle  
Chavenon, René Duverger,  
Nathalie Grambin, Jean-Richard  
Mattes, Christelle Maucourt,  
Marie-Christine Mitrail,  
Rachelle Nepert, Isabelle Septier,  
Joëlle Bourrée, Benoit Sow  
PETITE ÉCURIE DU ROI  
Elodie Virlouvet (Responsable)  
Jour: Chene La Roze, Latifa  
Laanizi, Pascal Prevost,  
Vincent Bard, Vincent Lairy,  
Camille de Marcovitch  
Nuit: Stéphane Betting,  
Dominique Ferchault, François  
Guilloux, Éric Landan, Anne  
Lavigne, Halima Mejbour-Laanizi,  
Éric Roussel-Simonin, Rodolphe  
Trouilleux, , Stéphane Buffet,  
Olivier Lyre, Laurent Sonnevile,  
David Mormand

**MAINTENANCE**  
CARROUSEL/FLORE  
Nordine Haouama  
(Chef d'équipe)  
Jean-Philippe Lacroix,  
Paul-André Mélisse  
PETITE ÉCURIE DU ROI  
Jean-Louis Blanc (Responsable)



**MISSION COMMUNICATION -  
PUBLICATIONS - DIFFUSION**  
Communication:  
Hugo Plumel (Responsable)  
Vanessa Fournier  
Technè:  
Anne Bouquillon  
(Rédactrice en chef)  
Marie Lionnet de Loitière  
(Adjointe)  
Publications - site Web:  
Marie Lionnet de Loitière

**MISSION NOUVELLES  
TECHNOLOGIES  
DE L'INFORMATION**  
Luc Bouiller  
Ruven Pillay



**DÉPARTEMENT RECHERCHE**  
Victor Etgens (Chef)  
François Mirambet (Adjoint)  
Xueshi Bai Agnès Lattuati-Derieux  
Louise Chassouant

**GROUPE OBJETS**  
Benoit Mille (Responsable)  
Anne Bouquillon, David  
Bourgarit, Thomas Calligaro,  
Yvan Coquinot, Christel Doublet,  
Marie Godet, Jessica Legendre,  
Ann Bourgès, Dominique Robcis

**GROUPE PEINTURE**  
Anne-Solenn Le Hô (Responsable)  
Élisabeth Ravaut (Adjointe)  
Peinture de chevallet:  
Gilles Bastian, Myriam Eveno,  
Bruno Mottin, Johanna Salvant  
Polychromie:  
Nathalie Pingaud, Yannick  
Vandenbergh  
Arts graphiques:  
Éric Pagliano, Kilian Laclavetine

**GROUPE DATATION**  
Pascale Richardin (Responsable)  
Élisa Porto, Antoine Zink,  
Catherine Lavier

**GROUPE IMAGERIE**  
Clotilde Boust (Responsable)  
NN., Laurence Clivet, Charlotte  
Hochart, Elsa Lambert, Alexis  
Komenda, Gérald Parrisé,  
Philippe Salinson, Anne Maignet

**GROUPE AGLAE**  
Claire Pachéco (Responsable)  
Éric Laval, Quentin Lemasson,  
Brice Moignard, Laurent Pichon



**DÉPARTEMENT RESTAURATION**  
Mireille Klein (Cheffe)  
Cécile Aufaure (Adjointe)  
Maria Bestard

**FILIÈRE ARCHÉOLOGIE  
ET ETHNOGRAPHIE**  
Noëlle Timbart (Responsable)  
Sylvie Watelet, Manuel Leroux,  
Sarah Busschaert

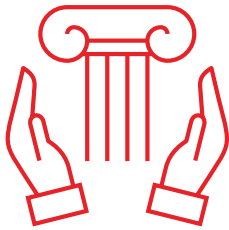
**FILIÈRE ARTS DÉCORATIFS**  
Magali Belime-Droguet  
(Responsable)  
Eloi Lemarquier, Stéphanie  
Courtier, Marie-Jeanne  
Dubois, Frédéric Leblanc, Loïc  
Loussouarn, Marc-André Paulin,  
Pascal Petit, Emmanuel Plé

**FILIÈRE PEINTURE**  
Matthieu Gilles (Responsable)  
Clarisse Delmas, Claire Gerin-  
Pierre, Dominique Martos-Levif,  
Dominique Vandecasteele,  
Oriane Lavit

**FILIÈRE SCULPTURE**  
Alexandra Gérard (Responsable)  
Laetitia Baragué-Zouita,  
Hélène Susini, Azzura Pallazzo

**FILIÈRE ART CONTEMPORAIN**  
Gilles Barabant (Responsable)  
Nathalie Balcar  
Audrey Bizot

**FILIÈRE ARTS GRAPHIQUES  
ET PHOTOGRAPHIE**  
Natalie Coural (Responsable)



**DÉPARTEMENT  
CONSERVATION PRÉVENTIVE**  
Juliette Rémy (Cheffe)

**EXPERTISE EN CONSERVATION  
PRÉVENTIVE**  
Pascale Faux, Véronique Illes,  
Marie Courselaud, Jocelyn  
Perillat, Maroussia Duranton

**RÉGIE DES ŒUVRES**  
Julie Rolland (Responsable)  
Régisseurs:  
Aurore Tisserand (Versailles)  
Martina Lange-Bréjon,  
Evelyne Sohonow  
Installateurs:  
Willy Lecomte, Stéphane Penaud,  
Nacer Berri



# Temps forts



## Janvier

Étude et restauration d'un objet exceptionnel: la visière d'un casque gallo-romain dite «visière Montherlant», acquise par le musée d'Archéologie nationale de Saint-Germain-en-Laye.



## Avril

Étude et restauration d'un mobilier exceptionnel: le bureau de Louis XIV, provenant du Château de Versailles.



## Mai

Début du chantier de rénovation des locaux de la Petite écurie du roi à Versailles.



## Février

Aboutissement de la restauration de grande ampleur du *Retable d'Issenheim*, du musée Unterlinden de Colmar, auquel le C2RMF a été étroitement associé.



## Mars

Journée d'étude organisée par le C2RMF avec le soutien du Getty sur «Les propriétés optiques des vernis de restauration sur les peintures de chevalet».



## Juin

Publication du manuel «Plan de sauvegarde des biens culturels - Accompagnement de la rédaction» rédigé par le département Conservation préventive.



## Juillet

Présentation du projet de matériauthèque COREF, lieu de stockage d'échantillons de matériaux consultables en ligne.



## Août

Achèvement du projet européen de recherche SensMat pour anticiper la dégradation des biens culturels.



## Septembre

Participation au 10<sup>e</sup> Congrès mondial sur l'étude des momies, à Bolzano, Italie.



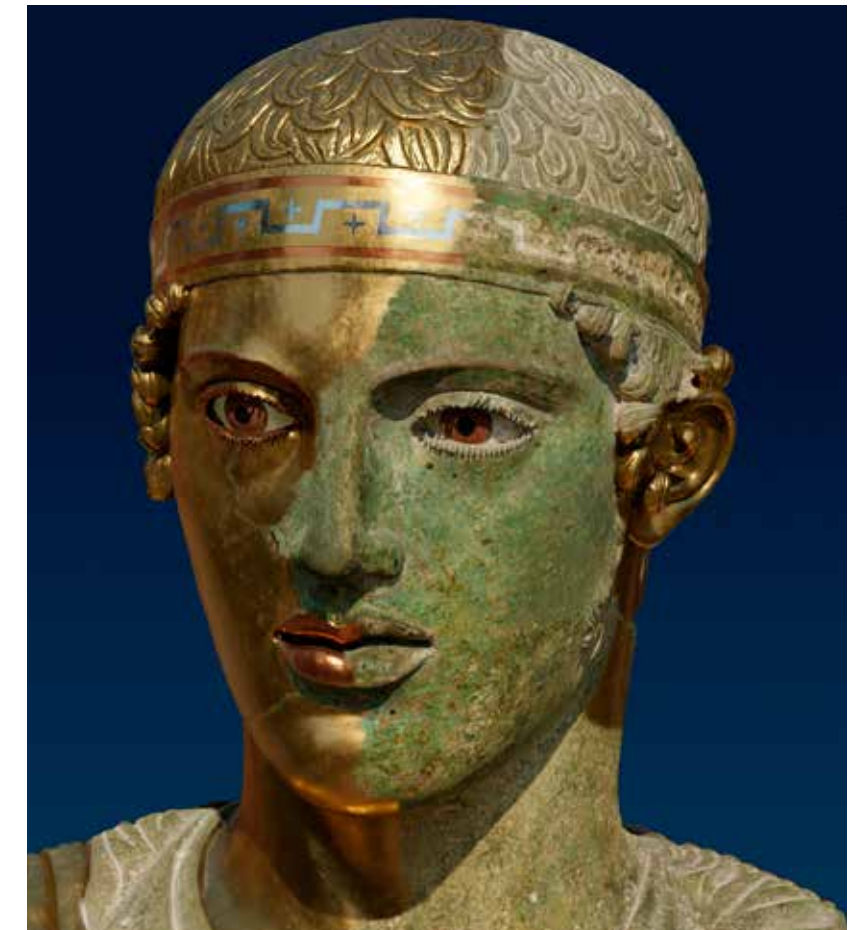
## Octobre

Accueil du public dans les locaux du C2RMF à l'occasion de la Fête de la science.



## Novembre

Démarrage de la campagne d'études et de restauration Le triptyque dit «du Maître de Moulins» (cathédrale de Moulins).



## Décembre

Projet de recherche franco-grec autour de l'*Aurige* de Delphes.

# Chiffres-clés





# Chapitre 1

## Les ressources, les compétences, et les moyens au service des missions



Les nouvelles compétences  
au service des missions

[p. 12](#)

Les nouveaux équipements et  
le développement instrumental

[p. 16](#)

Les développements  
méthodologiques

[p. 18](#)

L'enrichissement des données  
de référence

[p. 22](#)

La Régie des œuvres

[p. 25](#)

Les partenariats et synergies  
au niveau national  
et international

[p. 28](#)



## Les nouvelles compétences au service des missions

Une équipe de plus de 150 agents, relevant du ministère de la Culture, conjugue des savoir-faire et des compétences variés et complémentaires : ingénieurs spécialistes de l'imagerie, radiologues, photographes, techniciens, chimistes, physiciens, géologues, dendrochronologues, régisseurs, installateurs, préventeurs, conservateurs du patrimoine, restaurateurs, historiens de l'art, documentalistes, bibliothécaires, agents d'accueil, personnel administratif.

Les métiers représentés au C2RMF appartiennent à des domaines très différents. Ces compétences multiples permettent un dialogue permanent autour des problématiques des musées de France ou des questions que posent les œuvres d'art confiées au Centre. Elles sont sans cesse renouvelées, remplacées et augmentées au gré de l'arrivée de nouveaux agents ou de formations spécifiques. L'enjeu est de maintenir un niveau d'excellence tant en termes d'expertise que d'expérience.

Ainsi, des agents du département Conservation préventive (DCP) ont pu développer de nouvelles compétences par le biais de la formation continue : une agent du département s'est ainsi formée à l'éco-conception des expositions et aux techniques d'analyse des COV par thermodésorption couplée à la GC/MS, tandis qu'une autre a obtenu le certificat Certibiocide (Certificat individuel pour l'activité d'utilisateur professionnel et distribution de certains types de produits biocides destinés exclusivement aux professionnels).

### Nouveaux agents



**Xueshi Bai**

Recrutée début 2022, Xueshi Bai exerce des fonctions d'ingénieur de recherche en spectroscopie optique et techniques laser au département Recherche. Elle est chargée du développement et de la mise en œuvre de différents équipements : LIBS-LIF-Raman, P-LEAF, OCT, interférométrie holographique. Elle possède une grande expérience dans le domaine de l'analyse des matériaux du patrimoine par des techniques laser fixes et mobiles permettant au C2RMF de disposer de nouveaux outils d'examen pour répondre aux questions posées par les responsables de collections.



**Maroussia Duranton**

Le recrutement, fin 2021, de Maroussia Duranton, ingénieure d'études et chimiste de formation, a fait rentrer au département Conservation préventive une compétence en sciences expérimentales qu'il avait perdue depuis plusieurs années. De nouveaux projets de recherche appliquée en conservation préventive ont ainsi été engagés en 2022 sur divers sujets, tels que les interactions entre matériaux de conditionnement et matériaux contemporains, l'émission de COV par les peintures employées en contexte muséal, ou encore le reconditionnement du silicagel, en lien, pour ce dernier projet, avec la question de la transition énergétique dans les musées, qui est devenue à partir de 2022 l'axe de recherche principal du DCP.



**Léa Ferfaille**

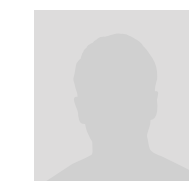
Arrivée au C2RMF en juin 2022, Léa Ferfaille a rejoint l'équipe des archives et de la bibliothèque en tant qu'administratrice de données au C2RMF. Sa mission cible principalement l'administration des données, aux formats divers et à la volumétrie exponentielle, produites quotidiennement par le centre. Il s'agit donc d'identifier les données produites, de les modéliser et de les cartographier afin d'en permettre l'archivage. Leur identification permet d'en garantir la sécurité, la pérennité ainsi que le partage et la diffusion. Ainsi, en 2022, elle s'est vue confier un projet de cartographie des données, qui doit aboutir d'ici la fin de l'année 2023. Ce projet consiste à identifier toutes les sources de données produites, afin d'évaluer les différents besoins et proposer une architecture de gestion adéquate.



**Marie Godet**

Arrivée en octobre 2022, Marie Godet est ingénieure de recherche, responsable de l'étude du verre et des émaux au sein du groupe Objets, département Recherche. Prenant la suite d'Isabelle Biron qui a exercé cette fonction au laboratoire pendant presque trente ans, sa mission principale est de prendre en charge les études des objets qui contiennent des matériaux vitreux, verre ou émail. Au quotidien, son activité est divisée

entre missions de service et recherche sur ces matériaux, avec notamment des études sur la couleur ou l'altération du verre en conditions muséales. La mission de transmission est également primordiale. Elle a ainsi participé à un projet sur l'altération des verres, en encadrant la thèse de Tahlia Law qui travaille depuis octobre 2022 sur les verres instables du patrimoine : compréhension des mécanismes d'altération atmosphérique et recherche de traitements de conservation.



**Kilian Laclavetine**

Kilian Laclavetine intègre le C2RMF en tant qu'ingénieur de recherche en février 2022. Il s'occupe de l'étude scientifique des Arts graphiques pour le département Recherche, groupe Peinture, et de l'équipement HYDRA. Il sera PCR, personne compétente en radioprotection, pour les équipements ionisants mobiles. Sa formation est double : en physique-chimie et en archéologie. Il travaille avec les techniques, non invasives, d'imagerie, spectroscopiques et structurales pour la caractérisation des matériaux. Il participe aussi à l'amélioration et au développement d'équipements portables ; au traitement des données. Il est porteur du projet Mnemosyne de création d'un éditeur de métadonnées universel dans le cadre de l'EquipEX Bibliissima+.



Dans le cadre du Programme PROCULTHER  
Formation d'un expert patrimoine

Le programme européen PROCULTHER (Protecting Cultural Heritage from the Consequences of Disaster), poursuivi aujourd’hui par PROCULTHER-NET, a été créé à l’initiative de la DG-ECHO (Directorate General for European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations) dans le cadre de l’UCPM (Union Civil Protection Mechanism). Il s’agit d’une réserve européenne pouvant être mobilisée à la demande des États pour intervenir sur des catastrophes dépassant leurs capacités opérationnelles ou techniques. L’objectif est de développer et d’améliorer les capacités techniques et opérationnelles de l’UCPM, spécifiquement sur le

volet patrimonial. Une partie du programme est ainsi dévolue à la formation d’experts, destinés à être intégrés à la réserve et projetés dans les zones le nécessitant. C’est dans ce cadre que Marie Courselaud, agent du département Conservation préventive, s’est formée pendant 3 semaines à la protection du patrimoine matériel et immatériel en cas de crise et a ensuite validé le « Technical expert course » délivré par l’Union européenne sur la préparation et l’intervention en mission internationale. Elle est la première française à intégrer la réserve de protection civile européenne sur le volet protection du patrimoine.



[→]  
De gauche à droite:  
R. Roche (DGSCGC),  
Marie Courselaud (C2RMF),  
R. Kimmel (DGSCGC) -  
formation - Technical expert  
course délivré par l'UE





# Les nouveaux équipements et le développement instrumental

D'un point de vue analytique, la caractérisation des matériaux du patrimoine représente un réel défi.

Souvent disponibles en infime quantité, ces matériaux sont généralement composites et hétérogènes et ont été transformés au cours du temps. Le statut particulier d'œuvre protégée (souvent unique) rend leur étude difficile puisqu'elle doit être non destructive, voire non invasive. En outre, une partie des savoir-faire liés à leur mise en œuvre a été perdue et c'est parfois un réel défi analytique de rechercher, au niveau élémentaire, isotopique, moléculaire ou structural, des informations pour répondre à des questions en histoire de l'art ou en conservation-restauration. Le C2RMF a donc pour mission de préparer les méthodes d'examen scientifiques adaptées aux contraintes spécifiques des œuvres d'art. Le développement de techniques d'analyse innovantes doit être dirigé vers des méthodes permettant des analyses non invasives et vers des analyses in situ fondées sur des appareils portables. À titre d'exemple, le C2RMF a conçu un instrument multi-analytique portable capable de combiner trois techniques spectroscopiques basées sur le laser, la spectroscopie du plasma induit par laser (LIBS), la fluorescence induite par laser (LIF) et la spectroscopie Raman. Il est également important pour ce qui concerne les techniques fixes d'analyse de proposer des adaptations technologiques permettant de réduire l'interaction rayonnement-particule/matière pour limiter les risques d'endommagement que pourraient subir les matériaux au cours de l'analyse. Ces développements sont notamment menés depuis 2022 dans le cadre de l'EquipEX ESPADON.

## Nano-indenteur Mesures des propriétés mécaniques de surface

En 2019, le Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH) et le C2RMF ont obtenu une subvention DIM-MAP (Domaine d'Intérêt Majeur - Matériaux Anciens et Patrimoniaux) et le soutien financier du CNRS pour l'achat de micro-nano indentation instrumentée destinée à réaliser des mesures de propriétés mécaniques de surface des matériaux.

Cet équipement de laboratoire a été installé en 2022 au C2RMF et permet via l'application d'une force contrôlée :

- de mesurer des résistances mécaniques (dureté),
- de mesurer des modules d'élasticité et de relaxation,
- de déterminer le comportement au fluage, des forces de frottement et des adhérences de couche, en des zones extrêmement précises sélectionnées sous microscope, de l'échelle du nanomètre à une centaine de  $\mu\text{m}$ .

Mesurer les forces mécaniques à cette échelle (10  $\mu\text{N}$  à 30 N) sur des matériaux variés (verre, métal, phases liantes, polymères, peinture,

vernis, fibres de bois, papier, fossiles, ossements...) permet de caractériser les matériaux. Cela permet également :

- d'évaluer leurs états d'altération et les traitements de conservation-restauration s'y reportant ;
- leur durabilité en tenant compte des conditions environnementales ;
- l'adhérence de couches minces (vernis, polymères) ;
- le développement de modèles biomécaniques du vivant afin de mieux comprendre les organismes éteints.

L'application de la micro-nano indentation est donc transversale à de multiples matériaux et problématiques, avec des applications tant pour les matériaux du patrimoine bâti que pour ceux des collections de musées. Elle inscrit nos laboratoires dans une dynamique commune en adéquation avec l'actualité de la recherche sur le patrimoine.

Pilote C2RMF : Ann Bourgès, département Recherche, groupe Objets

[↕]  
Nano-indenteur du projet ATRAMAP

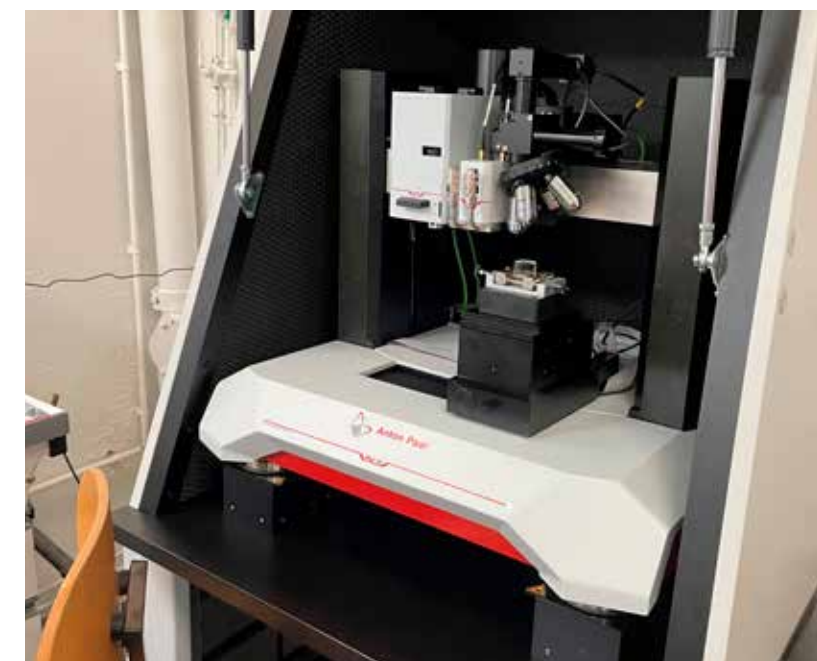


## Prototype mobile d'analyse multi-spectroscopique Premières études de cas sur site

Dans le cadre du programme IPERION-CH (Integrated Platform for the European Research Infrastructure ON Cultural Heritage), qui a soutenu le développement de nouveaux instruments portables, la spectroscopie de l'émission du plasma induite par laser (LIBS), la fluorescence induite par laser (LIF), la spectroscopie Raman et la spectroscopie de réflectance diffuse ont été combinées dans un seul instrument afin de fournir simultanément des informations élémentaires et moléculaires complémentaires à partir d'un même point d'analyse.

Le prototype a été mis en œuvre pour des applications de patrimoine culturel sur les peintures murales du monastère de Münstair en Suisse (site classé au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1983), dans le cadre de l'accès transnational européen de MOLAB (Mobile LABoratory) à IPERION-HS. Au monastère de Münstair, la première utilisation de ce nouvel instrument analytique sur un site réel a été effectuée avec succès. Différents pigments utilisés ont été correctement identifiés. De plus, l'appareil a révélé la présence d'une couche de restauration utilisant du plâtre carolingien, ainsi que la présence d'un produit moderne contenant du titane.

[↑]  
Mise en application du prototype développé dans le cadre du programme IPERION-CH, Monastère de Münstair (Suisse)



# Les développements méthodologiques

Les missions du C2RMF en faveur des musées de France se traduisent également par des développements méthodologiques. Qu'ils concernent exclusivement les pratiques en interne (nouveaux protocoles, nouveaux traitements, nouveaux produits...) ou bien qu'ils aient aussi vocation à être proposés aux musées pour appropriation et utilisation au sein de leurs structures, tous participent de la mission de service public du Centre.

Plusieurs réalisations sont à mettre en lumière pour l'année 2022, qui concernent notamment les usages et services offerts en interne, grâce notamment à la création et à la mise en œuvre du projet Euphrosyne, qui améliore la gestion et l'accès aux données produites par l'accélérateur de particules New AGLAE. Pour ce qui est des nouveaux guides méthodologiques proposés aux musées, plusieurs séries d'outils et de fiches ont été rédigées cette année par le département Conservation préventive et mises en ligne sur le site internet afin d'être accessibles au plus grand nombre et d'aider les musées dans leurs pratiques quotidiennes pour la bonne conservation de leurs collections.

## Euphrosyne Développement de la plateforme numérique

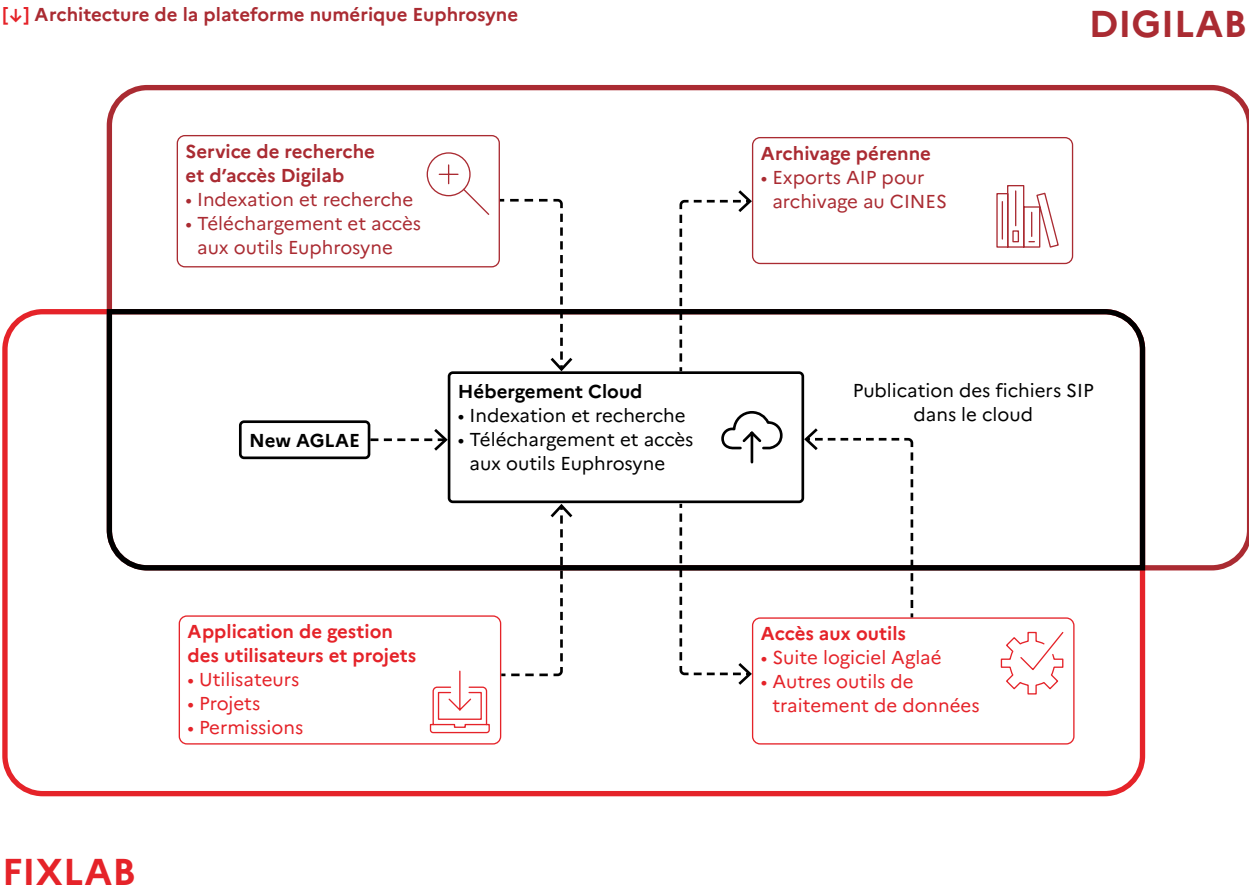
Transmettre aux générations futures les données acquises sur des objets du patrimoine commence par respecter les principes FAIR (Facilement trouvable, Accessible, Interopérable, Réutilisable) car elles alimenteront ce que l'EquipEx+ ESPADON appelle l'OPA (Objet Patrimonial Augmenté), double numérique d'une œuvre auquel est associé toutes les données la concernant. Euphrosyne, sœur d'Aglaé dans la mythologie, est la plateforme numérique et start-up d'État de l'Atelier Numérique du ministère de la Culture conçue, développée et déployée pour atteindre cet objectif.

Euphrosyne doit répondre aux besoins des utilisateurs français et européens de New AGLAE. Les utilisateurs de la plateforme FIXLAB (E-RIHS - European Research Infrastructure for Heritage Science) équipes de chercheurs qui analysent des objets du patrimoine sous le faisceau de particules, doivent pouvoir préparer leur expérience, puis accéder à leurs données ainsi qu'aux logiciels de traitement de données directement sur le cloud, et ce en toute sécurité. Les futurs utilisateurs DIGILAB (plateforme numérique d'E-RIHS) ne viendront pas physiquement à New AGLAE mais souhaiteront accéder aux données pour

d'autres applications. Le schéma ci-dessous montre l'architecture de la plateforme conçue en 2021 et la figure 2 la chronologie des étapes marquantes du projet. Déployée fin 2022 auprès des utilisateurs FIXLAB francophones, Euphrosyne 2.0 permet l'accès à distance aux données à partir d'une interface web depuis laquelle une machine virtuelle (ou VM) avec tous les logiciels de traitement PIXE et PIGE peut être lancée. De nouvelles fonctionnalités sont à l'étude et seront intégrées dans les prochaines versions d'Euphrosyne.

Pilote C2RMF :  
Claire Pachéco, département Recherche, groupe AGLAE+

[4] Architecture de la plateforme numérique Euphrosyne







Cli-Matrice®  
Une application semi-automatisée  
d'étude climatique

Jocelyn Périllat-Mercerot, agent du département Conservation préventive (DCP), a développé une application semi-automatisée d'étude climatique, Cli-Matrice®. Cet outil génère automatiquement une synthèse climatique réunissant des statistiques et des représentations graphiques, dans le but d'accompagner les musées dans leur stratégie de conservation préventive, en leur fournissant également des pistes d'actions à envisager si nécessaire pour améliorer la situation. Cli-Matrice® était jusqu'à présent uniquement utilisée par les agents du DCP, les musées fournissant les données brutes à analyser. Depuis 2022, un module simplifié, Cli-matrice® - MS, a été mis en ligne sur le site

internet du C2RMF, afin que les musées puissent, en autonomie, procéder à une première analyse climatique de leurs espaces – la version intégrale, plus détaillée mais aussi plus complexe d'utilisation, demeurant aux mains des agents du DCP sur demande, si les musées souhaitent approfondir les résultats. L'application se présente sous la forme d'un tableur directement téléchargeable et s'accompagne d'un mode d'emploi, d'un mémo sur les informations à collecter pour mener une étude climatique, ainsi que d'un tutoriel vidéo guidant l'utilisateur pas à pas.

**Pilote C2RMF:**  
Jocelyn Périllat-Mercerot,  
département Conservation préventive

Désinsectisation  
Bien choisir  
son traitement

Les musées de France sont malheureusement nombreux à rencontrer des problèmes d'infestations de leurs collections par les insectes xylophages ou kératophages. Le département Conservation préventive est ainsi souvent sollicité sur ce sujet, que ce soit par le biais de la plate-forme OSCAR ou pour donner des avis sur des cahiers des charges ou protocoles de traitement présentés lors des commissions scientifiques régionales de conservation-restauration. Plusieurs traitements de désinsectisation existent en effet et peuvent se révéler plus ou moins adaptés selon la sensibilité des matériaux constitutifs des collections, le nombre et la volumétrie des collections à traiter, les éventuelles contraintes logistiques et techniques, le calendrier et le budget disponible. Un tableau comparatif des différents traitements possibles, établi par le DCP, est disponible depuis 2022 et consultable sur le site internet du C2RMF afin de guider les musées dans le choix du traitement à adopter en fonction de leur situation.

**Pilote C2RMF:**  
Juliette Rémy, département  
Conservation préventive

**[↓]**  
Installation du dispositif INSECTRON  
en réserve de musée



Conservation  
préventive  
Une fiche pratique  
pour rédiger le PCP

Parmi les outils de stratégie globale pour la bonne conservation des collections, le plan de conservation préventive (PCP) est un indispensable pour l'organisation et la planification quotidiennes des actions à mener. Or, on constate que peu de musées en disposent et qu'ils sont souvent démunis lorsqu'on leur conseille d'en rédiger un. C'est pourquoi le département Conservation préventive (DCP), avec le concours du Service des musées de France (SMF) et de Patricia Leclerc, conservatrice-restauratrice d'objets archéologiques et diplômée en Conservation préventive, a rédigé une fiche destinée à guider les musées dans la rédaction de leur PCP. Cette fiche, accessible sur le site internet du C2RMF, définit le rôle et le contenu du PCP et propose un exemple de formalisation simple, sous forme de tableau.

**Pilote C2RMF:**  
Juliette Rémy, département  
Conservation préventive

**[↑]**  
Formation organisée par le C2RMF,  
aide à la rédaction du PCP

Plan de sauvegarde  
des biens culturels (PSBC)  
Des outils d'aide à la rédaction

Le plan de sauvegarde des biens culturels (PSBC) est, avec le PCP, l'autre « plan » dont les musées doivent disposer pour assurer au mieux la conservation de leurs collections. Document opérationnel de gestion de crise, le PSBC contient toutes les procédures visant à assurer la sécurité des œuvres en cas de sinistre. Constatant que trop peu de musées disposaient d'un PSBC, le DCP s'est saisi du sujet en 2019 et propose depuis aux musées de France de nombreux outils et documents destinés à les accompagner dans la rédaction de leur plan. Parmi les derniers en date, le Manuel PSBC récapitule dans un document à la fois pratique et synthétique les éléments transmis aux musées lors des ateliers d'aide à la rédaction déployés les années précédentes dans plusieurs régions. L'application automatisée, mise au point par Jocelyn Périllat-Mercerot, vise quant à

elle à faciliter le travail sur la priorisation des collections. Elle se présente sous la forme d'un tableur directement téléchargeable sur le site internet qui, grâce à l'analyse de différents critères tels que la sensibilité de l'objet, son intérêt et sa mobilité, propose un classement des biens culturels selon leur priorité à l'évacuation ou la protection sur place (P1 / P2 / non prioritaire). L'outil génère automatiquement la liste des P1 et P2, le modèle de fiche d'œuvre prioritaire à compléter, une liste du matériel d'évacuation / protection à acquérir en fonction des priorités établies et offre la possibilité d'éditer des plans de l'établissement sur lesquels sont signalées les œuvres prioritaires. Comme pour Cli-Matrice®, cette application est accompagnée d'un mode d'emploi et un tutoriel vidéo.

**Pilote C2RMF:**  
Juliette Rémy, département  
Conservation préventive





# L'enrichissement des données de référence

Les activités des trois départements du C2RMF génèrent chaque année un volume croissant de documents et données : rapports d'analyse ou de restauration, rapports de mission, imagerie scientifique ou documentaire, données analytiques. Ces données sont versées au service de la Documentation responsable de leur conservation, de leur description, de leur communication et de leur diffusion.

## Chiffres clés EROS

78 000  
dossiers d'œuvres

435 000  
images

100 000  
documents référencés

La documentation papier, en particulier les dossiers d'œuvres et le « fonds géographique » (organisé par musées) est alimentée en continu par les documentalistes.

Mais c'est bien la gestion des données numériques qui constitue l'enjeu majeur de notre métier. La base de données EROS compte désormais 78 000 dossiers d'œuvres, plus de 435 500 images et près de 100 000 documents référencés. Le C2RMF souhaite s'inscrire dans le mouvement de la science ouverte en développant l'accès à ses résultats de recherche et ses publications. En 2022 a ainsi été lancé un chantier d'ouverture des données de la base EROS, qui a abouti à la publication en open data, sur Data Culture, de l'intégralité de ses notices au printemps 2023.

Le Centre encourage ses chercheurs à déposer leurs publications sur HAL et constate un nombre croissant de consultations. Plusieurs projets associant les services de l'informatique et des nouvelles technologies, le département Recherche et la Documentation visent à développer des outils permettant de produire des données structurées et intelligibles, ouvertes au public : COREF pour le référencement des échantillons prélevés sur les œuvres, Euphrosyne pour les données produites par Aglaé, pour n'en citer que deux. Un poste d'administrateur des données a été créé en 2022, avec l'objectif de dresser une cartographie des données de la recherche, de mettre en place une politique de gestion de leur cycle de vie et de proposer des solutions visant à produire des données FAIR (faciles à trouver, accessibles, interopérables, réutilisables) et à garantir leur pérennité.

## Projet COREF\* Conserver et décrire des échantillons

Le projet COREF, démarré en 2017, a présenté son nouvel outil de description au comité de direction en mars 2022 et aux équipes lors d'une réunion de lancement en décembre.

Le référencement des échantillons prélevés sur les œuvres est maintenant possible dans un module développé dans la base de données EROS. Ces prélèvements peuvent ensuite être rangés physiquement dans un magasin dédié, conformément à une procédure de conditionnement partagée par tous les chercheurs du Centre. La saisie rétrospective (environ 40 000 échantillons) et courante a débuté. 2 444 échantillons sont déjà référencés, dont une centaine prélevée en 2022. Ils proviennent d'œuvres très diverses comme par exemple du tableau Femmes au jardin,

à Ville d'Avray de Claude Monet conservé au Musée d'Orsay, d'un fragment de frise épigraphe de la mosquée de Ibn Tulun du département des objets d'art du Musée du Louvre, de l'ensemble funéraire de Setjaimengaou du musée de Picardie à Amiens, ou encore de l'écran et du paravent de la salle du trône de Louis XVIII aux Tuileries qui proviennent du Mobilier national.

Le comité COREF participe au projet européen HSAI Heritage Sample Archives Initiative (lancé par l'ICCROM - Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels). Ruven Pillay est intervenu dans le cadre du workshop organisé à Évora (Portugal) en juin, un poster de présentation du projet a été réalisé à cette occasion.

\*COREF: CONservation et REFérencement des échantillons issus des objets du patrimoine.

**Comité COREF:**  
Nathalie Balcar, département Restauration, filière Art contemporain, David Bourgarit, département Recherche, groupe Objets, Ruven Pillay, mission Nouvelles Technologies de l'information, Elisa Porto, département Recherche, groupe Datation, Marianne Segaud, Archives et Documentation Yannick Vandenberghe, département Recherche, groupe Peinture

[↓]  
Prélèvement d'échantillons de polychromie sur l'un des cercueils de la momie du musée de Picardie, Setjaimengaou, en vue d'analyse et de référencement





Gestion des données  
Lancement d'un programme pluriannuel

L'année 2022 marque le début d'un programme pluriannuel de gestion des données. Le service de la documentation travaille en collaboration avec le service de l'informatique afin de sécuriser, diffuser mais également archiver les données numériques institutionnelles du C2RMF.

Ce programme débute par une cartographie des données produites par l'ensemble des agents du Centre. Celle-ci a pour objectif de connaître les flux, les volumes ainsi que les différents formats de données créés et conservés au Centre.

L'année 2022 a permis de structurer ce projet et d'en définir le référentiel. Un questionnaire préalable à des entretiens a été rédigé afin de mieux appréhender les contextes de production. La cartographie a commencé avec le groupe Imagerie du département Recherche. L'un des premiers constats est le besoin urgent de sécurité et de rationalisation pour le stockage de leur production. Les entretiens sont amenés à se poursuivre en 2023 au sein du département et s'accompagnent d'une réflexion autour de la mise en place d'un

espace de stockage adapté mais également d'une solution d'archivage externalisé. Le C2RMF a signé en ce sens une convention avec VITAM (Valeurs immatérielles transmises aux archives pour mémoire), programme interministériel pour la réalisation d'un système d'archivage électronique. Cette convention permet au C2RMF de rejoindre le groupe utilisateurs et de bénéficier de la plateforme de test.

Pilote C2RMF: Léa Feraille,  
Archives et documentation

Ouverture de la base EROS  
Vers la mise en ligne des notices

Une nouvelle étude pour la mise en ligne d'EROS a été lancée en 2022 afin de permettre un accès élargi aux données et faciliter leur réutilisation.

L'analyse des problématiques juridiques liées à une mise en ligne a permis de définir un périmètre ainsi que les différentes étapes de publication. La première étape identifiée est la mise à disposition en open data des métadonnées décrivant les œuvres, images et documents. Cette publication sur Data Culture ne soulève aucun problème de droit d'accès ni de droit de la propriété intellectuelle mais a nécessité un important travail de nettoyage et d'enrichissement des données mené conjointement par le service de la Documentation et l'administrateur d'EROS, Ruven Pillay.

La seconde étape concerne les documents et les images qui pourront être mis à disposition sous licence, dans le respect du code de la propriété intellectuelle.

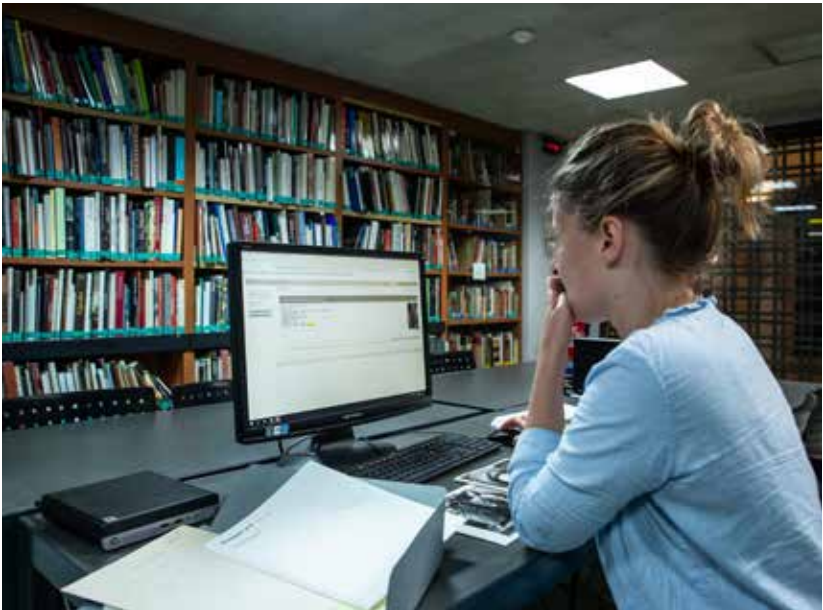
Plusieurs propositions ont été faites par le service de la documentation parmi lesquelles :

- l'identification des restaurateurs libéraux ayant publié un rapport sur EROS pour la rédaction d'un contrat de cession de droits ;
- l'identification des auteurs prestataires du C2RMF pour la rédaction d'un contrat de cession de droits ;

- la mise en place d'une méthodologie pour l'identification des artistes dont les œuvres ne seraient pas encore tombées dans le domaine public.

Plusieurs propositions d'actions sont en cours de définition afin de pouvoir engager ces différentes étapes de mise en ligne en 2023 et 2024.

Pilote C2RMF: Marine Zelverte,  
Archives et documentation



La Régie des œuvres

En 2022, la Régie des œuvres a eu une activité particulièrement soutenue, avec le suivi de près de 2 200 œuvres au total: 801 arrivées, 1025 départs et 339 mouvements inter-sites. Les départs ont été cette année les plus nombreux: en prévision des travaux de réhabilitation de la Petite écurie du roi (PER) la Régie de Versailles s'est en effet attachée à restituer aux musées propriétaires des œuvres présentes au C2RMF depuis longtemps.

Certaines particularités sont en outre à souligner selon les sites: la Régie du site Carrousel (dit « Laboratoire ») travaille avec des interlocuteurs variés et accueille, pour examen, en majorité des œuvres du musée du Louvre et, en proportions équivalentes, des œuvres des musées nationaux et des musées de France. Elle accueille également des œuvres proposées à l'achat: 47 en 2022. La Régie de Flore (ateliers de restauration) travaille majoritairement avec le musée du Louvre et les musées nationaux. La Régie de Versailles travaille principalement avec les musées de France en régions et quelques musées nationaux (notamment le château de Versailles). Sa spécificité se retrouve également dans la restauration des peintures de très grand format (dimensions supérieures à 2m): 32 tableaux grand format restaurés ont ainsi quitté la PER en 2022.

[↑]  
*Triptyque dit du Maître de Moulins: Vierge et l'Enfant entre Pierre II, duc de Bourbon, et Anne de Beaujeu, sa femme de Jean HEY, dit le Maître de Moulins, vers 1498 - 1499*  
Lieu de conservation: Cathédrale Notre-Dame de l'Annonciation, Moulins, France  
Pilote C2RMF: Dominique Martos-Leviv, département Restauration, filière Peinture

Chiffres clés  
2 200  
œuvres suivies  
801  
arrivées  
1 025  
départs





[←]  
Transfert du *Chaudron du trésor de Lavau* dans les ateliers de restauration du pavillon de Flore par les équipes de la Régie

Manipulation des œuvres  
L'expertise de la Régie

Le mouvement d'œuvres d'art constitue une opération à hauts risques, nécessitant une connaissance précise de la matérialité de l'objet, une bonne analyse de la situation et de solides compétences relatives à la manipulation, au conditionnement des biens culturels et à la coordination des équipes. La Régie des œuvres garantit ce niveau d'expertise au service des œuvres qui sont confiées au C2RMF. Parmi les nombreux mouvements réalisés en 2022,

deux cas emblématiques illustrent ces opérations délicates : Le départ de la pendule astronomique de Passemant (des collections du Château de Versailles), après restauration partielle. L'extrême fragilité du piètement et de l'ensemble du mécanisme a nécessité un conditionnement sur-mesure. Les éléments constitutifs du planétaire par exemple, ont été tous démontés. L'emballage a mobilisé une équipe de 8 personnes dont 3 de la Régie,

pendant 4 heures. L'arrivée du Triptyque de Moulins a présenté d'autres problématiques, liées à la sensibilité du matériau et aux dimensions des 3 panneaux de bois qui le composent (166 x 190 cm et plus de 100 kg pour le panneau central ; 84 x 190 cm pour chaque volet). La Régie a mis en place un protocole d'acclimatation de l'œuvre pendant plusieurs semaines avant l'ouverture des caisses, qui a mobilisé 6 personnes.

Supports et conditionnements  
Des réalisations sur mesure

Les installateurs du service peuvent être également amenés à élaborer des supports adaptés à l'étude des œuvres sur certains instruments scientifiques d'analyse. S'adaptant aux contraintes des objets et des appareils, les supports peuvent prendre plusieurs formes. En 2022, un chevalet sur mesure a été conçu pour la spectroscopie Raman. Il permet de présenter des dessins de trois formats différents en suspension. Il a été réalisé en aluminium et en plexiglas, matériaux légers, souples et adaptés aux dessins. Dans des cas spécifiques, les équipes de la Régie réalisent des conditionnements *ad hoc* pour la conservation des œuvres particulièrement fragiles.

Le cas des objets précieux issus de la fouille de l'ensemble funéraire de Lavau a été une opération remarquable à plusieurs titres. L'objectif était de réaliser des conditionnements hermétiques et micro-régulés pour un ensemble de 14 objets. L'opération s'est déroulée sur une semaine et a été un travail collégial et transversal mobilisant : un régisseur, deux installateurs, deux collègues du département Conservation préventive, deux étudiants stagiaires du service et un collègue de la filière Archéologie. L'efficacité de ces conditionnements a pu être vérifiée régulièrement par des prises de mesures d'humidité relative.

[↓]  
Conditionnement pour le transport de *La Pendule astronomique de Louis XV de Claude-Siméon Passemant*  
Lieu de conservation : musées nationaux des châteaux de Versailles et de Trianon



Conditions climatiques  
Renforcements des contrôles

La Régie a également pour mission de contrôler le climat dans les espaces de restauration et les réserves. En cas de dysfonctionnements, elle doit procéder à des ajustements, en lien avec l'entreprise ENGIE qui gère le climat. En 2022, des améliorations ont pu être apportées aux réserves du site Carrousel (dit « Laboratoire »), en particulier pour la réserve dite Walter Guillaume, dédiée principalement aux objets en métal. Celle-ci a bénéficié du renouvellement de son armoire climatique avec l'achat d'une machine plus performante permettant de réguler finement l'hygrométrie et la température. Des discussions ont également été menées autour de l'amélioration du climat dans

les salles d'examen du Laboratoire, dont la régulation, n'est aujourd'hui possible que par le biais d'appareils mobiles. À Flore, une veille climatique approfondie a été réalisée dans l'atelier d'archéologie : la restauration des objets de Lavau a imposé des conditions climatiques strictes, avec une humidité relative basse. L'ajout de plusieurs déshumidificateurs mobiles ont permis d'obtenir le résultat escompté. À la Petite écurie du roi de Versailles, face aux très fortes chaleurs rencontrées lors de l'été 2022, un protocole a été rédigé par la Régie et validé par tous les occupants afin d'obtenir des conditions climatiques satisfaisantes dans les ateliers.

Pilote C2RMF : Juliette Rémy, département Conservation préventive

[↓]  
Vérification des détecteurs climatiques en réserve de musée



## Les partenariats et synergies au niveau national et international

Le Centre échange avec une grande variété d'institutions et de structures diverses œuvrant dans les mêmes domaines d'activité. Ces partenariats prennent des formes variées de contrats de recherche européens à l'accueil de stagiaires – ils peuvent être ponctuels ou engager les institutions sur plusieurs années.

*Plusieurs programmes de recherche sont menés conjointement avec le réseau des écoles françaises à l'étranger.*

Le laboratoire est associé à trois équipes de recherche : CNRS L'UMR 7075 PréTECH, avec l'Université Paris – Nanterre. L'équipe Physico-Chimie des matériaux témoins de l'histoire (PCMTH) au sein de l'Institut de recherche de Chimie-Paris (IRCP) UMR 8247, avec PSL. La Fédération de recherche New AGLAE (FR 3506), également avec PSL héberge essentiellement des personnels culture (8 agents) et contractuels CNRS (2 agents) basés à 100% au C2RMF.

Afin de rester compétitif, le Centre doit être parfaitement intégré dans le paysage scientifique français et international. Cette intégration se concrétise à travers sa participation à de nombreux programmes européens en particulier IPERION-HS, SenSMat et E-RIHS, PROCULTHER-NET. Plusieurs programmes de recherche sont menés conjointement avec le réseau des écoles françaises à l'étranger comme avec l'EFA ou l'EFEO. Ce type d'échanges internationaux donnent lieu à l'accueil de nombreux chercheurs ou à des missions d'expertise ou d'accompagnement (formation au PSBC avec l'ICOM-Wallonie-Bruxelles) notamment celle conduite par le département Conservation préventive sur le mobilier Le Corbusier-Jeanerret à Chandigarh (Inde). Les échanges d'expériences entre spécialistes de la restauration sont nombreux, notamment avec la Venaria Reale (Turin) sur les protocoles innovants d'utilisation des lasers, ou les techniques de restauration avec la Getty Foundation (workshop « Conserving Canevas » – octobre 2022).



[←]  
Mission au Cambodge  
pour le projet LANGAU

Le C2RMF entretient à ce jour des relations bilatérales avec le réseau français des ateliers de restauration : Arc-Nucléart (Grenoble) dont il est membre du conseil scientifique, Arc'Antique (Nantes) avec lequel il collabore sur les gels en dorures et le nettoyage de la pierre, le CRC (Paris) dans les domaines des arts graphiques et la photographie ou l'identification des encres et papier, le LRMH (Paris) pour les textiles, moisissures et matériaux pierreux, ou encore le CICRP (Marseille) où des recherches communes sont en cours sur les matériaux contemporains.

Les agents du C2RMF jouent un rôle actif dans le monde associatif et les réseaux professionnels de la recherche en sciences du patrimoine et de la conservation-restauration : en tant que membres, ils participent aux activités de diverses associations comme la FFCR (Fédération Française des Conservateur-Restaurateurs), l'AGCCPF (Association Nationale des Conservateurs du Patrimoine et des Professionnels des Musées et des autres Patrimoines publics de France), ou encore la SFIC (Section Française de l'Institut International de Conservation) présidée par Mireille Klein, cheffe du département Restauration. En 2022, une agent du département Conservation préventive a également pris la présidence du Bouclier Bleu France, tandis qu'un autre participe activement au Bureau comme co-coordonateur des sections.

Le C2RMF a des relations quotidiennes avec les principaux organismes de formation. Il a accueilli 28 stagiaires en formation en 2022.



Projet LANGAU\*

Caractériser les modes de production du cuivre

Le projet LANGAU dirigé par Brice Vincent (EFEO, École française d'Extrême-Orient), auquel le C2RMF est associé depuis plusieurs années vise à caractériser les modes de production du cuivre au Cambodge durant la période angkorienne, depuis les produits finaux (notamment statuaire en bronze conservée au Musée National des arts asiatiques - Guimet et au Musée National du Cambodge), jusqu'aux sources du cuivre et de l'étain. Fin 2021 un complexe minier et métallurgique angkorien exceptionnel a été mis au jour dans la région de Chhaep, province de Preah Vihear.

En 2022, le C2RMF a participé à deux missions de prospection au sein de ce complexe. La première mine de cuivre angkorienne jamais découverte a ainsi pu être localisée, et une activité de traitement métallurgique de minerai de cuivre de grande ampleur a été mise en évidence. Dans le cadre de la thèse de doctorat de Sébastien Clouet (Université Paris-Sorbonne), cette activité est en cours de caractérisation en profitant notamment du parc analytique du C2RMF (métallographie, microscopies optiques, électroniques et Raman, diffraction des RX, XRF, AGLAE).

Pilote C2RMF: David Bourgarit, département Recherche, groupe Objets

\* « LANGAU » ou cuivre en vieux khmer. Fondre pour le Roi: étude archéométallurgique de l'atelier de bronziers du palais royal d'Angkor Thom.



Développement analytique pour la glycomique Recherche collaborative

Une recherche collaborative qui visait à développer des techniques séparatives et de caractérisations structurales permettant d'offrir une meilleure identification des substances polysaccharidiques constitutives d'objets patrimoniaux présents en contexte muséal afin, notamment, d'en étayer l'histoire matérielle, a été mise en place.



Au sein du C2RMF, l'approche analytique des exsudats de sèves largement présents dans les corpus patrimoniaux (et, notamment dans les polychromies de l'Égypte ancienne) se cantonnait jusqu'alors à la mise en évidence d'unités monosés permettant de conclure à des substances polyosiques sans davantage de précisions quant aux origines végétales ou, au mieux, autorisant la discrimination entre substances polysaccharidiques de type gommes arabiques, gommes adragantes ou gommes d'arbres fruitiers. Récemment, divers laboratoires dont celui de l'AIC ont affiné ces identifications en recourant à des techniques omiques de spectrométrie de masse haute résolution MALDI-TOF appelées analyses en glycomique. En collaboration avec l'équipe américaine et celle du SMBP (Laboratoire Spectrométrie de masse biologique et protéomique) dotées d'équipements hautes

résolutions, nous avons réalisé un transfert de compétences et de connaissances vers le C2RMF. Ainsi, la caractérisation précise de l'espèce végétale constitutive de vernis et de liants de couches picturales/préparatoires présentes sur des éléments funéraires égyptiens venus pour étude et restauration au C2RMF a été rendue possible (cercueil de Neskaftâ, daté de la fin de la 21<sup>e</sup> dynastie (musée de Picardie, Amiens); cercueil de Djedmut, fin de la 21<sup>e</sup> dynastie (musée de la Rochelle); œil factice de la momie de Setjaimengaou, 25<sup>e</sup>-26<sup>e</sup> dynasties (musée de Picardie, Amiens). Ces travaux ont été valorisés lors des 39<sup>e</sup> Journées Françaises de Spectrométrie de Masse (septembre 2023).

[↑] Micro-prélèvement sur la matière permettant la fixation de l'œil factice dans la cavité oculaire de la momie Setjaimengaou  
Pilote C2RMF: Agnès Lattuat-Derieux, département Recherche

Une étude pilote de l'EquipEX+ ESPADON  
Analyse des enluminures du Beatus de Saint-Sever (BnF)

Abondamment étudiées et ayant inspiré nombre d'artistes, les enluminures aux couleurs vives du Beatus de Saint-Sever, célèbre manuscrit du XI<sup>e</sup> siècle conservé à la Bibliothèque nationale de France, gardent une part de leur mystère. Les questions portent sur les matériaux employés, les techniques de réalisation, le nombre de peintres et l'organisation de leur travail. Ces interrogations ont motivé une campagne d'analyses physico-chimiques associant le C2RMF et le Centre de recherche et de conservation rattaché au Muséum national d'histoire naturelle (CRC), sous l'égide de la Fondation des sciences du patrimoine (FSP). Les analyses de huit feuillets ont bénéficié de trois types de technologies analytiques: l'imagerie hyperspectrale, l'imagerie par fluorescence de rayons X (XRF) et par photoluminescence sous éclairage UV et visible (PL) à

l'aide du scanner MITHRA conçu et réalisé au C2RMF a complété l'identification de composés organiques et inorganiques par leur analyse élémentaire et leur réponse optique. Enfin, la tomographie par cohérence optique (OCT) a dévoilé l'ordre et l'épaisseur des couches picturales. L'exploitation couplée des résultats a révélé une très riche palette, associant des pigments inorganiques comme l'outremer et l'orpiment à des colorants organiques comme l'indigo, parfois en mélange comme le vergaut, en combinaison avec des décors métalliques (or, cuivre). Du bleu égyptien, pigment exceptionnel pour l'époque, a notamment été trouvé en mélange avec l'azurite. Ces résultats, enrichis par les données documentaires, seront versés dans la base AGHORA et *in fine* intégrés à un objet patrimonial augmenté qui est au cœur du programme EquipEX+ ESPADON.

[↓] Manuscrit Beatus de Saint-Sever (réalisé vers 1060 dans l'abbaye Saint-Sever)  
Lieu de conservation: Bibliothèque nationale de France (Paris)  
Conservateur responsable: Charlotte Denoël  
Pilote au C2RMF: Xueshi Bai, département Recherche





# Chapitre 2

## Les activités de service aux musées



Les études d'œuvres  
ou d'ensembles d'œuvres

[p. 34](#)

Les restaurations

[p. 42](#)

Les conseils et assistance  
aux collections publiques

[p. 50](#)

Les expertises avant acquisition

[p. 54](#)

Le centre de ressources  
documentaires

[p. 58](#)

Le Réseau des Bibliothèques  
des Musées Nationaux

[p. 61](#)



## Les études d'œuvres ou d'ensembles d'œuvres

Le potentiel du plateau technique et la grande variété des compétences des équipes permettent de répondre aux questions posées par les responsables des collections, relatives à la grande diversité des objets du patrimoine dont ils ont la charge.

Chaque objet du patrimoine est un potentiel sujet de recherche et génère des questionnements selon sa typologie et son état. Certains objets sont fragilisés ou ont simplement vieilli, d'autres sont des énigmes dont on ignore les procédés de fabrication ou la nature et la provenance des constituants. Ainsi, parmi ses activités de service aux musées de France, le C2RMF réalise et propose des analyses scientifiques très diverses portant sur la matérialité de l'œuvre et les techniques artistiques. Chaque œuvre interroge et requiert une approche spécifique : quels instruments, quelle méthode choisir ? Quelles compétences solliciter en interne ou parfois en externe ? En fonction de la problématique plusieurs spécialistes interviennent depuis la définition de la méthodologie d'étude jusqu'à l'interprétation et la synthèse des résultats : physico-chimistes, photographes (méthodes optiques, élémentaires ou structurales), radiologues, conservateurs. Les résultats des examens et des analyses effectuées par les équipes pluridisciplinaires du département Recherche suscitent un dialogue permanent.

### Chiffres clés

66

rapports d'études ou d'analyses

### Sculpture

#### Une statue équestre inédite de Louis XIV

**Le musée des Beaux-Arts de Rennes a procédé à l'acquisition d'une statue en bronze inédite du sculpteur Antoine Coysevox, il s'agit d'une réduction de la statue équestre de Louis XIV, monument insigne de la ville bretonne disparu durant la Révolution.**

Le musée a souhaité confier au C2RMF le suivi de la restauration de cette œuvre, assurée par les restauratrices Lise Bastardoz (bronze) et Jennifer Vatelot (socle), avant sa présentation au public. En parallèle, des examens (visuels et radiographiques) et des analyses élémentaires (micro-fluorescence X portable et ICP-MS) ont été mis en œuvre par le département Recherche du C2RMF pour mieux comprendre les techniques employées pour la réalisation de ce bronze.

Il a pu être établi que la statue a été exécutée grâce à la technique de la fonte à la cire perdue, et qu'elle a subi plusieurs phases d'interventions depuis l'exécution première. L'ensemble des résultats pourra être comparé aux autres œuvres composant le corpus des bronzes français de la période moderne, qui ont fait l'objet d'un programme de recherche conjoint entre le musée du Louvre et le C2RMF, dont la première phase de résultats a été publiée en 2014.

[→]  
**Statue équestre de Louis XIV, Antoine Coysevox entre 1688-1689**  
Lieu de conservation : musée des Beaux-Arts de Rennes  
Conservateur responsable : Jean-Roch Bouiller  
Pilote au C2RMF : David Bourgarit, département Recherche, groupe Objets



### Le Bodhisattva Guanyin

#### Enquête autour de la sacralisation d'une statue en porcelaine

**Au musée national des arts asiatiques-Guimet à Paris est exposée une statue en porcelaine représentant le Bodhisattva Guanyin, considéré comme une divinité de « miséricorde et de compassion ».**



Cette statue est reconnue comme l'une des plus belles statues religieuses bouddhistes chinoises. Sous le siège de la statue, se trouvait sous une couche de laque une cache « à reliques », ouverte en 1982. Ce dépôt contenait des textiles, du papier, de la paille. Généralement, les reliques sont placées dans les statues bouddhiques au moment de leur consécration. Le retrait des reliques a laissé apparaître un orifice d'un centimètre de diamètre d'où a été extraite une baguette de bois rouge. De plus, une série de petits objets, retrouvée dans les réserves du musée, semble appartenir aux reliques de la statue. Il était intéressant de dater par le carbone 14 les reliques, mais aussi la période de consécration, donc la laque. La paille est « moderne » et semble être celle utilisée pour le stockage de l'œuvre.

La date des reliques et de la laque correspond à une date comprise entre la fin du XV<sup>e</sup> siècle et début du XVI<sup>e</sup> siècle ou bien entre la fin du XVI<sup>e</sup> siècle et le début du XVII<sup>e</sup> siècle. Les reliques de la réserve ne sont pas associées à la statue, car légèrement plus récentes. En raison d'un résultat étonnant, l'enquête continue.

[←]  
**Statue en porcelaine représentant le Bodhisattva Guanyin**  
Lieu de conservation : musée national des arts asiatiques-Guimet (Paris)  
Conservateur responsable : Sophie Makariou, Présidente Musée national des arts asiatiques – Guimet  
Pilote au C2RMF : Pascale Richardin, département Recherche, groupe Datation

# Le Caravage de Rouen

## Un chef d'œuvre redécouvert

En 2017, le tableau *La Flagellation du Christ* est confiée au laboratoire du C2RMF par le musée des Beaux-Arts de Rouen pour une étude scientifique qui a permis d'importantes découvertes sur ce chef d'œuvre du Caravage.

[↓]  
La Flagellation du Christ  
Caravaggio (1571-1610)  
Lieu de conservation :  
musée des Beaux-Arts  
de Rouen, France

[↗]  
Séance de prise de vue

[→]  
Détail de la cartographie  
chimique de l'élément  
fer inversée, obtenue  
par spectrométrie de  
fluorescence X

Les différentes analyses réalisées ont permis de découvrir une composition sous-jacente : un Caravage sous le Caravage. Celle-ci est révélée par l'image de répartition du plomb sous spectrométrie de fluorescence X. La composition sous-jacente est placée tête-bêche par rapport à la composition actuelle et représente un personnage, dans l'angle inférieur gauche. Celui-ci a retroussé ses manches et tient un couteau dans la main droite pour découper un objet, peut-être un quartier de viande. Les détails du vêtement ouvert et de la collerette se retrouvent dans d'autres œuvres autographes,

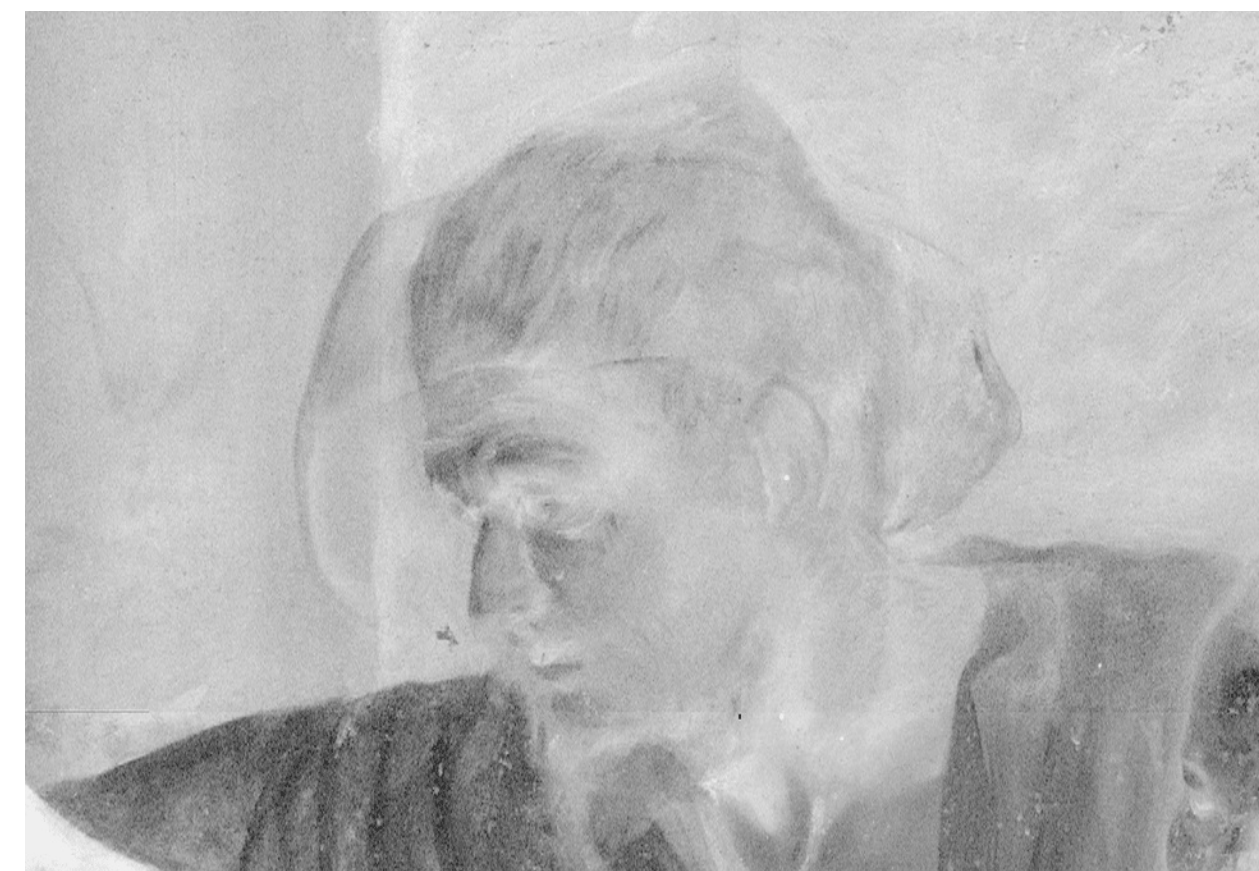
et permettent d'affirmer que ce tableau est de la main du maître. Le peintre a abandonné cette première composition et réutilisé la toile pour peindre *La Flagellation du Christ*. La réflectographie infrarouge a révélé quelques traces de dessin sous-jacent ainsi qu'une particularité du travail en clair-obscur du peintre.

*Les différentes analyses réalisées ont permis de découvrir une composition sous-jacente : un Caravage sous le Caravage.*

La photographie de l'œuvre en lumière rasante a rendu visible de nombreuses incisions qui témoignent de la technique de travail d'après modèle vivant mise en place par le peintre : ces entailles réalisées en cours d'exécution servaient de repères de placement pour les modèles, d'une séance de pose à l'autre. L'étude scientifique a également permis de révéler quelques « repentirs », c'est-à-dire des modifications réalisées en cours d'exécution du tableau. Pour la tête du bourreau,



la radiographie a montré que Caravage avait d'abord peint un visage aux traits plus réguliers, qu'il a transformé en cours d'exécution. De plus, l'image du fer par fluorescence X montre que ce bourreau était initialement tête nue, avant d'être couverte d'un chapeau. L'analyse radiographique, quant à elle, suggère que le tableau a été découpé après son exécution, car les marques de châssis indiquent que des parties de toiles manquent sur trois côtés. Les analyses effectuées ont permis, enfin, d'en apprendre plus sur la technique du peintre, et ce à de nombreux égards. En effet, l'analyse d'un prélèvement de l'œuvre a quant à elle permis de mettre en évidence la stratigraphie de la peinture : le Caravage a appliqué plusieurs couches de préparation avant d'exécuter sa composition (du vermillon, pigment de couleur rouge vif, est posé à l'emplacement du manteau du Christ) et enfin il applique une fine épaisseur de vernis qui protège la couche picturale. *La Flagellation du Christ* a fait l'objet d'une exposition au musée des Beaux-Arts de Rouen.





## Photographies couleur

### 55 œuvres d'un pionnier: Louis Ducos du Hauron

L'année 2022 a vu l'aboutissement d'une longue étude conduite à l'initiative du C2RMF sur 55 œuvres du photographe agonais, Louis Ducos du Hauron (1837-1920), pionnier de la photographie couleur.

Les œuvres confiées au Centre par plusieurs musées de France (Chalon-sur-Saône, Lille, Paris, et surtout Agen) ont été analysées par des méthodes non invasives afin de retrouver les matériaux, les techniques et dates de fabrications. Ce fut le moment d'examiner chaque pièce, d'assurer quelques interventions et des conditionnements en proposant des montages

sur mesure pour les pièces les plus fragiles, les rendant présentables et consultables. La trentaine d'œuvres du musée des beaux-arts d'Agen a ainsi été reconditionnée. Le musée d'Agen a dédié un nouvel espace permanent à l'inventeur afin de présenter ses découvertes et par roulement ses œuvres uniques qui témoignent de la genèse de la photographie des couleurs. Le C2RMF a réalisé les panneaux de l'exposition, trois écrans interactifs ainsi que huit interviews filmées. Coïncidant avec l'ouverture de cette salle et le premier centenaire de la disparition du photographe, un colloque

organisé par la ville d'Agen lui a rendu hommage, colloque auquel le C2RMF a apporté une participation déterminante. Les actes du colloque ont été publiés en 2022 par l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Agen.

[↓]  
Photographie en lumière réfléchie et cartographie chimique des éléments chrome et plomb d'une des 55 photographies étudiées, dite *Bouquet de fleurs*  
Lieu de conservation: musée des Beaux-Arts d'Agen  
Conservateur responsable: Adrien Enfedaque (directeur), Marianne Blondeau  
Pilote au C2RMF: Natalie Coural, département Restauration, filière Arts graphiques et Clotilde Boust, département Recherche, groupe Imagerie



## Arts graphiques

### Deux œuvres de William Bouguereau

Deux œuvres exceptionnelles de William Bouguereau données il y a quelques années au musée des Beaux-Arts de la Rochelle par les petites-filles de l'artiste ont été confiées au département Restauration afin que soient réalisées une imagerie scientifique de qualité ainsi qu'une étude préalable.

Il s'agit de *La Jeunesse de Bacchus*, roulée de manière très serrée et du *Corps de sainte Cécile* apporté dans les catacombes de Rome, plié à la manière d'une carte géographique. Cette dernière œuvre est particulièrement précieuse puisqu'il s'agit d'un dessin au format pour le tableau de 1854 conservé au château de Lunéville et anéanti en 2003 dans

l'incendie du bâtiment. Le constat d'état a été riche d'informations: il a été l'occasion de déplier ou dérouler les cartons, malgré la fragilité du papier, de les photographier en adoptant une technique longue et minutieuse nécessitant des opérations d'assemblage des différentes prises de vue. Il a permis de préciser les techniques graphiques, la mise en œuvre avec ses méthodes de report (incisions et perforations), les différents agencements des feuilles et morceaux de papier, comportant des repentirs. Pour chacune des œuvres, la restauration devra conserver toutes ces traces liées à la constitution et à l'histoire des dessins, notamment celles de

l'assemblage des feuilles entre elles. Tout aussi riche a été la réflexion sur le conditionnement et le montage à concevoir: comment présenter ou stocker ces dessins hors format qui peinent à rentrer dans les réserves? Des solutions sont préconisées; elles feront l'objet d'une discussion avec les responsables de la collection en fonction de leur budget.

[↑]  
*Le Triomphe du martyr*, Adolphe William Bouguereau, 1853  
Lieu de conservation: musée des Beaux-Arts de La Rochelle  
Conservateur responsable: Mélanie Moreau  
Pilote au C2RMF: Natalie Coural, département Restauration, filière Arts graphiques



# Un chef d'œuvre d'Edgar Degas

## L'étude de *La Famille Bellelli*

Le portrait de famille des Bellelli est une œuvre du musée d'Orsay, qui a été confiée au C2RMF pour une étude préalable et une série d'analyses avant restauration.



Le travail de recherche et la réalisation d'une nouvelle campagne d'imagerie scientifique étaient nécessaires pour appréhender au mieux les éventuelles restaurations à effectuer (radiographie, réflectographie infrarouge, fluorescence X). Cette étude a notamment permis de retracer la chronologie de l'œuvre, par la découverte des dessins sous-jacents et des repentirs dissimulés. La présumée longue temporalité de la composition de l'œuvre, étendue sur six ans, a été confirmée. Les différentes étapes de la réalisation ont été

mises en lumière, indiquant que des détails et sujets avaient été déplacés et remaniés par le peintre au fil des années. Les visages enfantins des fillettes, une fois grandies, ont par exemple été changés à leur image désormais mature. L'étude des altérations subies par le tableau ont permis de découvrir qu'un accident endommageant le fond de la toile de quatre déchirures notables est survenu en la supposée absence de Degas. Puis, le tableau aurait été laissé de côté pendant plusieurs années, dans un local au climat

non stabilisé, laissant le temps à la toile de se rétracter. Ainsi, l'accroc traversant le visage de Laure, en forme d'escalier, quasiment indétectable à l'œil nu comme en photographie infrarouge en fausses couleurs, démontre que le visage n'aurait été peint qu'après l'accident.

[<|>]  
**La famille Bellelli, Edgar Degas, 1867 (Avant & après restauration)**  
Lieu de conservation: musées d'Orsay et de l'Orangerie-Valéry Giscard d'Estaing (Paris)  
Conservateur responsable: Anne Robbins  
Pilote au C2RMF: Bruno Mottin, département Recherche, groupe Peinture





## Les restaurations

Lorsque les œuvres sont accueillies dans les ateliers du Centre, elles bénéficient d'un accompagnement permettant d'adapter à chacune les interventions requises. Certaines opérations d'envergure ont particulièrement marqué l'année 2022.

### Chiffres clés

774

restaurations réalisées

Pour la filière Archéologie : la restauration d'un cercueil égyptien et de sa momie du musée de Picardie, la restauration d'une rare trompe gallo-romaine en bronze du forum de Bavay ; enfin pour l'exceptionnelle trouvaille du trésor de la tombe celtique de Lavau, le traitement des objets en or et en argent a été mené à bien. Notons encore d'importantes séries d'objets provenant des départements d'antiquités du musée du Louvre. Dans le domaine des arts décoratifs, des meubles précieux ont été restaurés dans les ateliers d'ébénisterie, comme la restauration très complexe du bureau de Louis XIV (château de Versailles). L'exceptionnel mobilier de la salle du trône de Louis XVIII (Mobilier national) a occupé en grande majorité l'activité de l'atelier Dorure. Enfin, la restauration de la *Toilette de la Duchesse de Parme*, et de tous ses éléments annexes a repris fin 2022. Citons également quelques exemples de peintures dont les restaurations ont débuté ou se sont achevées en 2022 : *Les princes palatins* de Van Dyck, *La Vierge au chancelier Rolin* de Van Eyck, *Anne de Clèves* de Holbein (musée du Louvre), *les Mangeurs de pois* de Georges de La Tour (musée de Vic-sur-Seille). La restauration de la grande fresque de Tiepolo récemment acquise par le Louvre a également été entreprise sur le site de Versailles. Pour la filière Sculpture, le début d'année 2022 a été consacré à la fin de la restauration des *Esclaves* de Michel Ange confiés par le département Sculptures du Louvre. Puis au cours de l'année 2022, d'autres œuvres importantes et complexes ont été restaurées par la filière comme l'autel du château d'Ecoven conservé à la chapelle du château de Chantilly. Pour la filière Art moderne et contemporain, un certain nombre des demandes reçues concernaient l'identification et les conditions de vieillissement d'œuvres en matériaux plastiques, conservées dans les collections nationales ou territoriales. Pour la filière Arts graphiques, 79 restaurations ont été réalisées, mais également d'importantes études comme celles portant sur une centaine de dessins du musée d'Étampes ou 67 dessins du fonds d'Orsay.

## La pendule astronomique de Passemant Une restauration hors norme

À l'occasion de l'exposition « Louis XV, passion d'un roi » au Château de Versailles (du 18 octobre 2022 au 19 février 2023), la pendule astronomique de Passemant a fait l'objet d'une étude scientifique et d'une restauration complète de ses bronzes et partielle de son mécanisme astronomique et horloger au C2RMF.

Il s'agit d'une première mondiale pour une opération de cette importance, la pendule de Passemant étant un véritable monument artistique et scientifique. Après une étude préalable au démontage de la structure et au transport de la pendule, de nombreuses analyses ont été réalisées au laboratoire

du C2RMF, permettant d'accroître considérablement la connaissance de cette œuvre complexe et d'établir un protocole général de nettoyage des bronzes et de restauration des mécanismes. Grâce à ces analyses, la pendule a pu être démontée pour être étudiée et restaurée. De nombreuses inscriptions sont apparues, apportant des précisions sur l'histoire matérielle de l'œuvre. Les pièces du mécanisme ont été constatées et nettoyées et la restauration des bronzes dorés a été menée à bien. Leur état de surface présentait un état d'encrassement général qui nuisait à la lecture de l'œuvre. Leur restauration a permis de

retrouver les jeux de couleurs et de patines originels ainsi que les exceptionnels effets satinés.

[↓]

**Pendule astronomique, Claude-Siméon Passemant, entre 1749-1753**  
Lieu de conservation : musées nationaux des châteaux de Versailles et de Trianon  
Conservateur responsable : Hélène Delalex  
Pilote au C2RMF : Magali Béline-Droguet, département Restauration, filière Arts décoratifs



## Le poisson du LAAC de Karel Appel Une œuvre contemporaine en acier, en mal de couleurs

Dans les jardins du LAAC \* de Dunkerque se dresse un grand poisson de plus de 3 m de haut et 4,50 m de long, créé en 1982 d'après une maquette en petit format. Composé de 304 plaques d'acier soudées, le poisson, exposé en extérieur, se décolore.

À deux reprises, en 1992 et 2003, il a été repeint, sur l'existant, mais ces surpeints identifiés comme étant des peintures glycérophthaliques lors des analyses effectuées sur place par le C2RMF, ne garantissent en rien la pérennité des couleurs et présentent des problèmes

d'adhérence. Dans le cas d'œuvres contemporaines, lors d'une restauration, on peut espérer pouvoir échanger avec l'artiste s'il est vivant, et avec ses fournisseurs. Karel Appel est mort en 2006 et une longue enquête de traçabilité a été menée pour tenter (en vain) de retrouver les teintes d'origine de son poisson. Parmi les options de restauration, la remise en peinture après élimination des zones de corrosion, est apparue comme la meilleure solution, en prenant comme référence les couleurs de la maquette du poisson.

\* LAAC - Lieu d'art et Action Contemporaine à Dunkerque. Karen Appel (1921-2006) fut l'un des fondateurs du groupe COBRA.

[←]

**Le poisson de Karel Appel, 1982**  
Lieu de conservation : Jardin de sculptures du LAAC (Dunkerque)  
Conservateur responsable : Claude Steen-Guelen  
Pilote au C2RMF : Gilles Barabant, département Restauration, filière Art contemporain



# Le retable d'Issenheim, chef-d'œuvre de la Renaissance germanique

## Une restauration d'ampleur

L'inauguration du *retable d'Issenheim* à Colmar le 1<sup>er</sup> juillet 2022 a marqué l'aboutissement d'une restauration de grande ampleur qui s'inscrit dans la continuité de plus de trente ans d'opérations d'études et de restauration menées par le musée d'Unterlinden et auxquelles le C2RMF a été étroitement associé.

Le *retable d'Issenheim* a impliqué, au gré des décennies, l'ensemble des composantes du C2RMF et de ses services. Une trentaine de scientifiques, photographes et radiologues du C2RMF y ont travaillé, tous les départements ont été associés : Recherche, Restauration, Conservation-préventive et Documentation. Le retable fait l'objet de la plus grosse documentation rassemblée dans la base documentaire EROS, avec 900 images et près de 80 rapports et notes.

Des campagnes d'imagerie scientifique et des analyses stratigraphiques ont été entreprises à la fin des années 1980, mais la restauration de la totalité du polyptyque (panneaux peints, encadrements, caisse et sculptures) a été engagée après des études préalables en 2018 (3 ans et demi). Elle a été conduite



sur trois sites : au C2RMF pour les sculptures de la caisse, au musée Unterlinden *in situ* pour les panneaux peints et les encadrements, dont une partie est également restaurée dans les ateliers du Centre régional de restauration et de conservation des œuvres d'art (CRRCOA) de Vesoul.

Ces différentes campagnes d'études ont permis d'avancer dans la compréhension du retable, ont rendu possibles des rapprochements entre la composition chimique de la polychromie des peintures et des sculptures. L'étude et l'analyse de différents échantillons sont venues soutenir la restauration en apportant des informations sur la technique de peinture utilisée pour certaines zones particulières, sur certains glacis, ainsi que sur la connaissance globale de la polychromie. Elles ont révélé la richesse de la palette utilisée et le travail minutieux dans l'usage et les mélanges de pigments. De nombreux glacis ont été utilisés.

Les peintures : les panneaux peints étant, à l'exception du panneau de Saint Antoine accidenté en 1903, dans un très bon état de conservation, la restauration a consisté en un nettoyage visant à rétablir la cohérence et l'homogénéité des panneaux et de leurs encadrements. Le dégrasement de la couche picturale et l'amincissement des strates de vernis oxydés en ont ravivé la palette chromatique.

Le nettoyage des encadrements a permis de découvrir le décor en faux marbre original. Les épais repeints à la céruse le recouvrant, n'ont pu être dégagés par les méthodes traditionnelles (solvants ou retrait mécanique), des tests complémentaires ont été nécessaires et certains encadrements ont été dégagés au laser contrôlé par OCT sous la supervision du C2RMF. Les sculptures : l'étude préalable à la restauration des différents reliefs (prédelle, caisse et couronnement) a permis d'identifier la polychromie

originale et de confirmer que les nombreux glacis sont d'origine, alors qu'ils étaient considérés comme des repeints baroques. La restauration a consisté à supprimer les repeints esthétiques réalisés à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, faisant réapparaître les harmonies colorées d'origine.

Les données et les analyses produites permettent de considérer, pour la première fois l'histoire matérielle et technique du retable dans son ensemble. Un important travail de synthèse est en cours dans le cadre de la préparation d'un ouvrage collectif.

[<]  
**Retable d'Issenheim, Matthias Grunewald, vers 1512-1516 (détail)**  
**Lieu de conservation :**  
musée Unterlinden (Colmar)  
**Conservateur responsable :**  
Pant'xika de Paepe, directrice et conservatrice en chef, responsable des collections d'art ancien, musée Unterlinden (Colmar)

[↑]  
**Photographie en lumière réfléchie après restauration.**  
**Test de dégagement au laser par mesure OCT**



## Restauration de textiles

### Les ornements de la chapelle de l'ordre du Saint-Esprit

**Le département des Objets d'art du musée du Louvre a lancé un important marché de conservation-restauration portant sur dix ornements provenant de l'ancienne chapelle de l'ordre du Saint-Esprit.**

Cet ordre de chevalerie avait été fondé en 1578 par Henri III qui dota l'ordre d'un ensemble de textiles particulièrement riche, réalisé par le brodeur Claude de Luz, entre 1585 et 1587. Les scènes historiques des médaillons présents sur le retable, l'antependium et le ciel de dais sont brodés à l'or nué sur un fond de toile d'or. L'objectif principal de la restauration était de stabiliser les dégradations que les œuvres présentaient à des degrés divers et d'harmoniser l'état de présentation des différents textiles entre eux. La restauration a été l'occasion de :

- Mieux comprendre la manière dont les mentions portées sur les différents inventaires

coïncidaient ou non avec la réalité des œuvres restaurées.

- Déterminer quelles pièces ont réellement subsisté des trois dais que comptait à l'origine le fonds des ornements de la chapelle, afin d'en proposer une restitution respectueuse à la fois de la vérité historique et d'une bonne conservation préventive des œuvres.
- Identifier plus précisément les différentes techniques de broderies utilisées sur chacune des œuvres, ainsi que les matériaux constitutifs de l'histoire de ces œuvres. Le C2RMF est un soutien important de cet important chantier, dont le coût total est de 1,4 million d'euros. Il intervient en effet à plusieurs titres :
- En permettant d'abord la tenue, dans ses ateliers textiles du pavillon de Flore, de la restauration des éléments

majeurs de l'ancienne chapelle de l'ordre du Saint-Esprit : le dais d'autel (un ciel de dais et trois pentes), l'antependium et le retable. L'ensemble ayant été réalisé par un groupement de restauratrices, dont la mandataire principale est Raphaëlle Déjean.

- En participant, aux travaux du comité scientifique chargé d'aider au pilotage de la restauration de l'ensemble des textiles.
- En engageant et en participant à une réflexion fondamentale sur la question des analyses scientifiques à mener sur les textiles de l'ordre : celle des fils métalliques présents sur ces textiles (confiée au laboratoire de l'institution) et celle des fibres et colorants (confiée au LRMH).

Lieu de conservation : musée du Louvre (Paris)

Conservateur responsable : Anne Labourdette

Pilote au C2RMF : Magali Bélim-Droguet, département Restauration, filière Arts décoratifs

## Junon au milieu des nuées de Giambattista Tiepolo

### Restauration d'une fresque

**La fresque *Junon au milieu des nuées* de Giambattista Tiepolo, acquise par le musée du Louvre en 2020, a été restaurée en 2022 dans les ateliers de la Petite écurie du roi à Versailles, grâce à la contribution des Amis du Louvre.**

L'œuvre, peinte pour le Palais Sagredo de Venise, avait été déposée en 1901 par l'entreprise Steffanoni et remontée sur toile et sur un châssis parqueté selon la tradition de l'école de Bergame. À son arrivée au C2RMF la fresque présentait des déformations au niveau du support et la surface, très

encrassée, était recouverte de repeints débordants et d'une couche de résine synthétique grisâtre et satinée qui masquait son aspect minéral.

La campagne de restauration a consisté à rétablir la cohésion structurelle de l'œuvre et à améliorer son aspect esthétique. Suite à une campagne d'évaluation la couche de Paraloid B72® qui recouvrait la fresque a été retirée au laser. Une réintégration à trattaggio a été réalisée au niveau des lacunes franches et un léger glacis a été appliqué sur les usures. Une étude sur la technique d'exécution de la fresque de Giambattista Tiepolo et sur son histoire matérielle a également été menée en s'appuyant sur le rapport du laboratoire, le dossier d'imagerie scientifique, les observations des restaurateurs et de l'équipe de la filière Peinture.

[↓]

*Junon au milieu des nuées*, Giovanni Battista Tiepolo, vers 1735

Lieu de conservation : Musée du Louvre (Paris)

Conservateur responsable : Sébastien Allard

Pilote C2RMF : Elisabeth Ravaud, département Recherche, groupe Peinture, peinture de chevalet



## La momie et les cercueils de Setjaimengaou

### Redécouverte d'un ensemble funéraire

**L'étude et la restauration de la momie et des cercueils de Setjaimengaou conservés au musée de Picardie à Amiens ont mobilisé de nombreux agents du C2RMF et des partenaires extérieurs (LRMH, CSTB, Xylodata).**

Elles ont conduit à un enrichissement des connaissances sur cet ensemble ainsi qu'à des informations nécessaires aux restaurateurs pour préciser leur protocole d'intervention. Le dossier d'imagerie scientifique a fourni des renseignements sur la structure, sur l'état de surface des cercueils et l'état de conservation

du squelette de la momie.

Ce dossier a été un élément essentiel dans le cadre de l'étude préalable à la restauration. Afin d'obtenir des précisions sur la mise en œuvre technique des cercueils, des analyses de polychromie mais aussi des essences de bois ont été réalisées. Des analyses de matière organique noire ont permis d'obtenir des précisions sur les matériaux employés dans le cadre de l'embaumement/la momification. De même, les matériaux constitutifs des yeux factices ont pu faire l'objet d'analyses par

fluorescence de rayons X, PIXE et cathodoluminescence. L'étude des insectes trouvés dans les bandelettes pourrait permettre d'en apprendre davantage sur la saisonnalité de l'embaumement.

[↑]

**Dépense de la momie du musée de Picardie, Setjaimengaou, de son cercueil du XIX<sup>e</sup> siècle, en vue de sa restauration**

**Ensemble funéraire de Setjaimengaou, provenance probable de Thèbes, vers 664 av. J.C**

Lieu de conservation : musée de Picardie (Amiens)

Conservateur responsable : Agathe Jagerschmidt-Seguin

Pilote C2RMF : Noëlle Timbart, département Restauration, filière Archéologie et Ethnographie



# L'étude et la restauration des *Esclaves* de Michel-Ange

## Une métamorphose, l'éclat retrouvé du marbre

En 2020, dans la perspective de l'exposition sur la sculpture italienne de la Renaissance « Le Corps et l'âme - De Donatello à Michel-Ange », le C2RMF a été mobilisé sur l'étude et la restauration de deux œuvres emblématiques, *l'Esclave mourant* et *l'Esclave rebelle* de Michel-Ange.

L'étude préalable à la restauration et une première phase d'intervention, visant à améliorer l'état de présentation des statues, ont eu lieu juste avant l'ouverture de l'exposition. La restauration s'est ensuite poursuivie dans les ateliers du C2RMF, et s'est achevée en décembre 2021.

Les *Esclaves* de Michel-Ange ont été sculptés vers 1513-1515 dans des blocs de marbre blanc de Carrare pour le grandiose tombeau du Pape Jules II. Les deux figures devaient prendre place dans la partie basse du monument : à *l'Esclave* dit « rebelle », qui tente par tous ses moyens de s'extraire de ses liens, répond *l'Esclave* dit « mourant » complètement abandonné à sa destinée. Avant leur entrée au Louvre le 28 août 1794, ces chefs-d'œuvre insignes de la sculpture ont été exposés aux intempéries pendant près de 250 ans, ce qui a entraîné la dégradation du marbre. Si la surface des *Esclaves* a souffert, l'état structurel était, lui, excellent. Seule la fissure traversant le visage de *l'Esclave rebelle*, conséquence d'un défaut du marbre, pouvait faire craindre une fragilité.



[↓]  
***l'Esclave mourant***  
**et *l'Esclave rebelle*, Michel-Ange vers 1513-1515**  
**Lieu de conservation :**  
musée du Louvre (Paris)  
**Conservateur responsable :**  
Marc Bormand  
**Pilote au C2RMF :** Hélène  
Susini, département  
Restauration, filière Sculpture

[↗]  
**Séance de prises de vue**

[→]  
**Mesure par ultrason  
de la densité du marbre**



- Avant l'exposition, pour améliorer leur présentation, un nettoyage modéré des parties basses des sculptures, particulièrement encrassées, a été réalisé à l'issue de tests validés par le comité scientifique.
- Après l'exposition, dans les ateliers du C2RMF, de nouveaux tests de nettoyage ont été réalisés.

Une fois le nettoyage terminé, la fissure de *l'Esclave rebelle* a été comblée par un mélange de poudre de marbre et de résine acrylique ; ce comblement a été réalisé de manière illusionniste, afin de ne pas perturber le regard du spectateur. Enfin, quelques retouches ponctuelles faites à l'aquarelle ont permis d'estomper certaines griffures ou taches du marbre.

La restauration des *Esclaves* les a métamorphosés : l'éclat retrouvé du marbre met en valeur leur puissance plastique. L'intervention rend plus palpable le jeu des contrastes entre les surfaces laissées brutes ou grenues, non finies, et celles achevées, polies et brillantes, véritable signature de l'artiste.





# Les conseils et assistance aux collections publiques

Le C2RMF remplit, pour les musées de France qui en font la demande, un rôle d'assistance et de conseil en conservation préventive et en restauration. Cette mission de conseil et assistance aux musées couvre l'ensemble des phases des projets, depuis la réflexion en amont, jusqu'à la définition des cahiers des charges des opérations et au suivi de la bonne exécution des interventions le cas échéant.

## Chiffres clés

1310

dossiers examinés  
en commission scientifique  
régionale en Restauration  
et Conservation préventive

Par son expérience diversifiée, son excellente connaissance des problématiques de restauration, de conservation et de présentation au public, les départements Restauration et Conservation préventive sont à même de conseiller les musées qui s'adressent à eux, soit ponctuellement autour d'un projet de restauration d'œuvre accueillie dans ses ateliers ou d'une question particulière de conservation préventive (infestations, matériaux, etc.), soit plus globalement grâce à des missions sur place considérant l'ensemble de la collection et son environnement. La chaîne opératoire se déroule en plusieurs phases, depuis la demande officielle présentée par un musée via l'outil collaboratif OSCAR (Outil de Suivi de la Conservation, des Archives et de la Recherche), jusqu'aux interventions elles-mêmes. Les musées de France ont généralement établi un contact préalable avec le conseiller musées de leur région qui les accompagne dans leurs démarches. Les responsables de collections prennent également contact avec le responsable de la filière concernée afin de sensibiliser l'équipe du C2RMF aux problématiques rencontrées. En conservation préventive, de nombreuses demandes proviennent d'établissements modestes disposant de peu de moyens (matériels, personnels et financiers) mais attachant de l'importance à la bonne conservation de leurs collections et souhaitant optimiser leurs actions en ce sens. Les demandes ayant pour thème la bonne gestion du climat sont restées nombreuses en 2022, en lien notamment avec les circulaires ministérielles en faveur de la sobriété énergétique. La problématique des réserves (nouveaux projets, réhabilitations de bâtiments existants, transferts de collections) demeure également d'actualité. Plusieurs demandes sont arrivées à l'automne concernant des problèmes d'infestations et/ou de contaminations fongiques, à mettre en lien avec les épisodes chauds et humides de l'été. Les demandes concernant la gestion des polluants et l'aide à la rédaction de documents opérationnels (PSBC, PCP) ont été cette année en augmentation.

## [→]

Restauration des « Mays »  
de Notre-Dame de Paris,  
*Adoration des bergers*,  
dit aussi *Nativité de*  
*Hieronymus Francken*  
Lieu de conservation :  
dépôt du musée du Louvre  
à la cathédrale Notre-Dame  
de Paris

## L'amphore pointue du Peintre d'Achille Restauration fondamentale

En 2020, le C2RMF s'est vu confier l'amphore pointue du Peintre d'Achille (450-445 av. J.-C.), fleuron des collections grecques du département des Monnaies, Médailles et Antiques de la BnF.

L'étude et la restauration de l'œuvre ont été menées en collaboration avec la Bibliothèque, des restauratrices (M.-C. Nollinger et V. Tréluyer) et la Manufacture Nationale de Porcelaine de Sèvres sous la supervision d'un comité scientifique.

L'amphore présentait un état matériel complexe en raison d'une restauration ancienne, réalisée à Rome dans les années 1830, dont l'étendue n'était pas précisément connue et dont les matériaux s'étaient altérés.

L'étude a révélé un vase antique lacunaire largement complété au XIX<sup>e</sup> siècle par des comblements masqués par une retouche illusionniste, le restaurateur ayant en partie réinterprété la forme et le décor du vase. Afin de donner à voir le chef-d'œuvre du V<sup>e</sup> siècle, il a été décidé de déposer ces interventions du XIX<sup>e</sup>. L'objet a été documenté au préalable par un scan 3D.

Débarrassés des comblements et repeints modernes, les fragments antiques ont été remontés. Le col et les anses, manquants, ont été restitués par comparaison typologique avec les autres amphores pointues connues. La restauration s'est achevée par une retouche visant à redonner de la lisibilité au décor, notamment en atténuant le réseau de cassures.

## [↓]

*Amphore pointue du Peintre d'Achille*  
(vers 450 - 445 av.J.-C.)  
Lieu de conservation : Bibliothèque  
nationale de France (Paris)  
Conservateur responsable : Louise Détréz  
Pilote C2RMF : Sarah Busschaert,  
département Restauration, filière  
Archéologie et Ethnographie



## Les Mays de Notre-Dame De l'urgence à une campagne de restauration

Quelques jours après l'incendie de la cathédrale Notre-Dame, le 15 avril 2019, le C2RMF a mobilisé l'ensemble de ses équipes pour assister la Conservation Régionale des Monuments historiques de la DRAC Île-de-France dans les opérations de dépose et mise en sécurité des œuvres d'art et notamment des 13 Mays.

Après ces interventions d'urgence, le C2RMF a poursuivi son appui technique et scientifique auprès de la DRAC. En amont de la campagne de restauration des 22 tableaux de la cathédrale (tableaux d'artistes de renom offerts par la confrérie des orfèvres parisiens chaque 1<sup>er</sup> mai entre 1630 et 1707), le C2RMF a apporté notamment un soutien administratif et logistique - organisation de constats d'état par des restaurateurs indépendants, assistance à la rédaction des

cahiers des charges... Par ailleurs, chaque peinture a bénéficié d'imagerie scientifique. Durant la restauration, qui s'achèvera en décembre 2023, le C2RMF, membre du comité de suivi, a effectué des recherches

historiques et réalisé d'autres analyses. Ces dernières ont été des aides aux décisions prises par le comité pendant la restauration et ont permis de mieux appréhender le parcours matériel des œuvres depuis leur exécution jusqu'à aujourd'hui.

Pilotes C2RMF: Oriane Lavit, département  
Restauration, filière Peinture







## Le musée de la Folie Marco à Barr

### Expertise sur le bâtiment, la sûreté et la conservation des collections

Parmi les demandes reçues par le département Conservation préventive, nombreuses sont celles qui proviennent de petits musées, aux moyens modestes, qui, soutenus par leur conseiller musée (DRAC), se préoccupent néanmoins de la bonne conservation de leurs œuvres et souhaitent, avec les moyens dont ils disposent, pouvoir améliorer leur situation.

La mission menée en octobre 2022 au musée de la Folie Marco est à ce titre très représentative : sollicitée par le musée sous l'impulsion de la conseillère musée Grand Est, elle a réuni à Barr autour des équipes municipales et de la DRAC, le conseiller sûreté de la MISSA (mission sécurité sûreté accessibilité du ministère de la Culture), l'architecte-conseil du

Service des musées de France territorialement compétent et un agent du DCP. Il s'est agi pour la Ville de Barr de recueillir les différentes expertises concernant le bâtiment, la sûreté des collections et leur bonne conservation. Pour ce qui est de la conservation préventive, les principales préconisations ont porté sur la création d'espaces de réserves, la rationalisation des pratiques existantes, grâce à la mise en place de protocoles sur divers sujets (ménage, location des espaces...), la formation des équipes en conservation préventive et la mise en place de bonnes pratiques à consigner dans un plan de conservation préventive (veille sanitaire, gestion de la lumière, etc.). Des recherches plus détaillées (étude en conservation préventive, bilan sanitaire des collections) pourront ensuite permettre au musée d'approfondir le sujet.

*Pilote C2RMF : Juliette Rémy, département Conservation préventive*

[[↗](#)]  
Musée de la Folie Marco, vue d'une des pièces du musée

## Myologie de l'homme

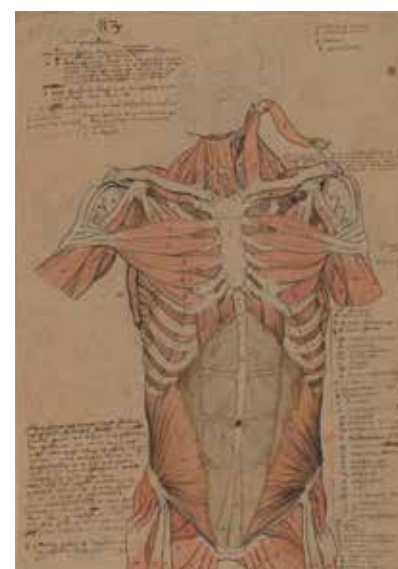
### La mise en place d'une collaboration exceptionnelle

De 2017 à 2021, les ateliers de la Petite écurie du roi à Versailles ont accueilli quatre volumes représentant deux cent cinquante dessins, récemment redécouverts et attribués au peintre et dessinateur **Marten Sagemolen**.

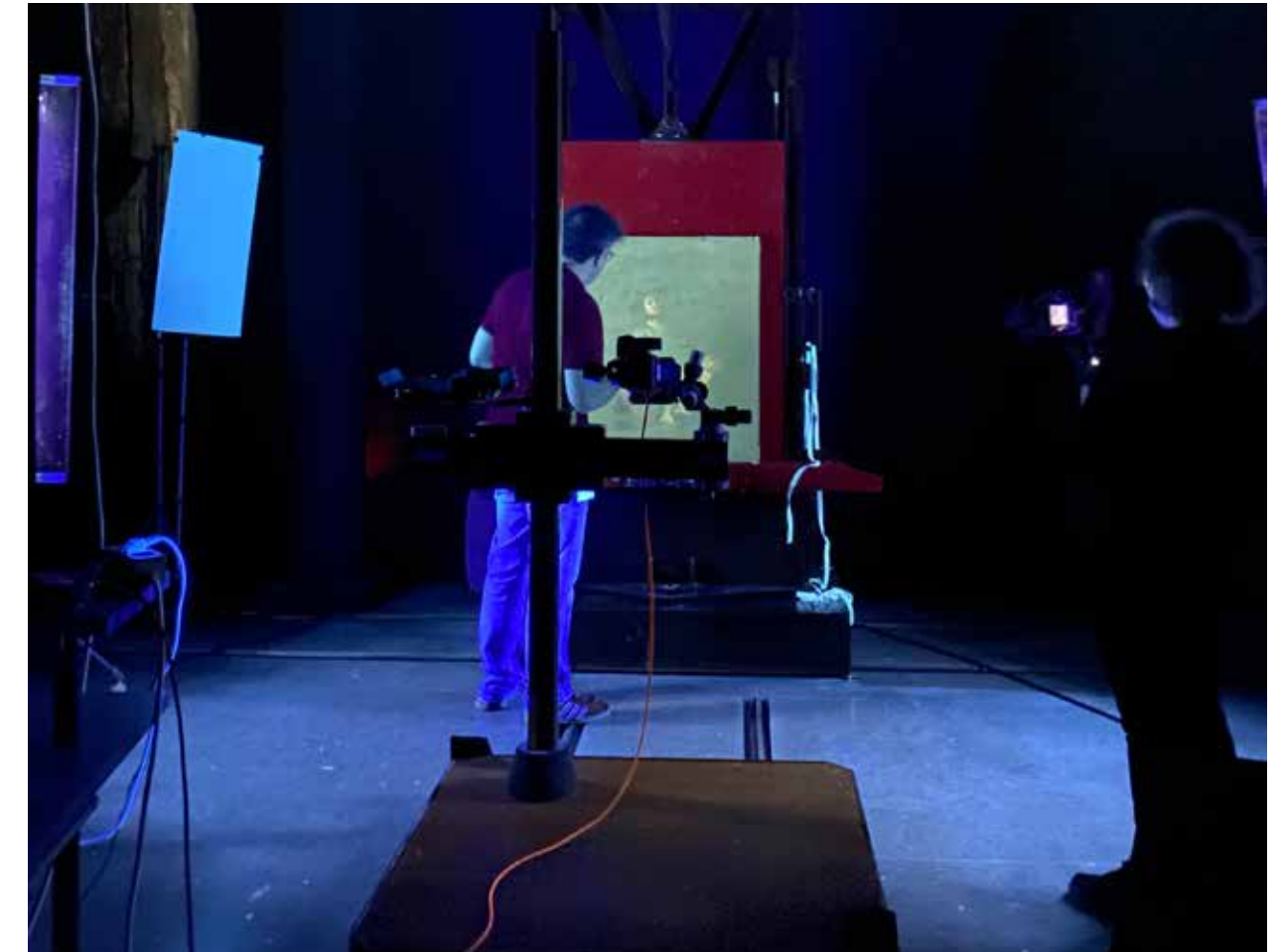
Cette Myologie d'une grande rareté, réalisée à Leyde sous le contrôle de l'anatomiste Johannes Van Horne vers 1654-1660, a justifié le montage d'une collaboration exceptionnelle entre la Bibliothèque nationale de France, la Bibliothèque interuniversitaire Santé et le C2RMF afin de réaliser l'étude

des techniques, la restauration des dessins et la restauration des reliures par les ateliers de Sablé-sur-Sarthe de la BnF.

En complément de l'imagerie de haute qualité, il a été possible d'affiner les techniques graphiques sur quelques dessins grâce à une analyse élémentaire par spectrométrie de fluorescence X. Ces analyses, riches d'informations, ont permis de caractériser les matériaux employés, encres ferrogalliques, noir de carbone, hémate, sanguine, vermillon, carbonate de calcium et blanc de plomb.



[[↑](#)]  
**Myologie de l'homme Martinus Sagemolen Johannes Van Horne, vers 1654-1660**  
Lieu de conservation : Bibliothèque interuniversitaire Santé  
Pilote C2RMF : Natalie Coural, département Restauration, filière Arts graphiques



## Musée Bonnat-Helleu de Bayonne

### L'accompagnement d'une rénovation d'ampleur

Le musée Bonnat-Helleu de Bayonne, institution patrimoniale majeure de la région Nouvelle Aquitaine, a fermé ses portes en 2011 pour débiter un important chantier de rénovation. En parallèle, plusieurs campagnes de restaurations, notamment du riche fond de tableaux, ont été lancées.

Le département Conservation préventive (DCP) du C2RMF s'est engagé aux côtés du musée dès 2019 en apportant un soutien logistique, administratif et scientifique. Pour ce qui concerne la restauration des tableaux, plusieurs missions ont ainsi permis d'aider à la programmation et la sélection des tableaux dont 80 ont été choisis pour être traités dans les ateliers de Versailles. Ce sont des œuvres d'importance

internationale (Greco, Vouet, Rubens, Ingres...) ou posant des problématiques complexes de restauration ou d'attribution. Le C2RMF met à disposition du musée et des quatre groupements de restaurateurs indépendants mobilisés sur ce projet d'envergure, ses infrastructures, ses moyens scientifiques (imageries, dendrochronologie, MFX...) et humains pour les compétences d'analyse. Les restaurations sont par ailleurs une occasion unique d'étudier ces tableaux en s'appuyant sur une collaboration interdisciplinaire, les analyses, les recherches historiques et artistiques réalisées par le C2RMF. Pour ce qui concerne le DCP (département Conservation préventive), le soutien du C2RMF a porté sur l'élaboration du PCP (Plan de Conservation Préventive).



[[↑](#)]  
Séance de prise de vue sous lumière ultraviolette d'œuvres du musée Bonnat-Helleu

—  
**La charité romaine, Simon Vouet vers 1626**  
Lieu de conservation : Musée Bonnat-Helleu, Bayonne, France  
Pilote C2RMF : Matthieu Gilles puis Oriane Lavit, département Restauration, filière Peinture et le département Conservation préventive



# Les expertises avant acquisition

Faire entrer une œuvre d'art dans les collections publiques est une procédure complexe, tant d'un point de vue juridique que déontologique et scientifique. C'est notamment sur ce dernier plan que le C2RMF accompagne les musées de France.

Moins connue du public pour des raisons liées à la confidentialité qu'impose cette activité, les expertises réalisées par le C2RMF sur les œuvres proposées à l'acquisition, illustrent parfaitement ses compétences et sa réactivité

*Les questions auxquelles l'expertise doit permettre d'apporter des éléments de réponse sont de plusieurs ordres : simple constat d'état, authenticité, provenance des matériaux...*

Ces expertises sont réalisées avec l'autorisation expresse du propriétaire et à la demande des musées de France qui souhaitent se porter acquéreur d'une œuvre présente sur le marché de l'art ou qui pourrait faire l'objet d'un don, legs, dation. Le C2RMF intervient sur tout type d'œuvres relevant de son domaine de compétences. Les expertises peuvent intervenir à tout moment et doivent être réalisées dans des temps souvent très limités, imposés par la procédure de mise vente ou de donation. Les examens peuvent être effectués dans les espaces du Centre ou dans une salle de vente. Les questions auxquelles l'expertise doit permettre d'apporter des éléments de réponse sont de plusieurs ordres : simple constat d'état, authenticité, provenance des matériaux... L'expertise requiert un examen visuel et stylistique, le cas échéant des analyses matérielles, techniques ou scientifiques et une recherche documentaire. À l'œil nu ou bien en utilisant des équipements d'analyse fixes ou portables, les agents mobilisés doivent pouvoir s'adapter aux circonstances. Les résultats obtenus sont immédiatement analysés. Leur interprétation est rendue possible grâce à l'expérience des agents du Centre, aux données de référence collectées et accumulées à partir des œuvres traitées au centre au fil des années. Le C2RMF donne alors un avis sous la forme d'un rapport confidentiel remis à l'établissement qui a souhaité manifester son intention de procéder à l'acquisition de l'œuvre. Les particularités de cette activité, susceptible de mobiliser des équipes de tous les départements du Centre, impliquent une organisation rigoureuse et, autant que possible, une bonne anticipation. C'est ainsi qu'en 2022 a débuté une réflexion au sein de la filière Arts décoratifs, souvent sollicitée, afin de mieux répondre aux demandes portant sur le mobilier.

## Le Christ moqué de Cimabue L'acquisition d'un trésor national

**L'étude conduite au C2RMF dans le cadre d'une acquisition comme trésor national, a précisé d'une part les matériaux et la technique picturale de l'artiste et d'autre part a évalué son état de conservation.**

Son attribution stylistique à Cimabue s'appuyait par ailleurs sur un rapprochement de la composition avec deux autres tableaux (l'un à la National Gallery de Londres et l'autre à la Frick collection de New York). Le support est une fine planche de peuplier à fil vertical. La confrontation de sa radiographie avec celle de la Vierge à l'Enfant de Londres a permis de confirmer que les deux compositions proviennent de la même planche, la Dérision étant positionnée au-dessous de la Vierge. La préparation à base de gesso présente une barbe en bas et à gauche, indiquant que la composition a été préparée dans un cadre dont la dorure a été retrouvée sous la couche picturale au microscope, sur ces mêmes côtés. Sur le bord droit, la fluorescence X identifie au contraire du vermillon, sous un repeint noir, qui témoigne d'une limite peinte rouge. La mise en place de la composition s'est effectuée à l'aide d'un dessin sous-jacent.

La palette est prestigieuse avec une abondance de lapis lazuli et de laque rouge. Du vermillon, des ocres, de la terre verte, de l'orpiment, et du blanc de plomb sont également présents, sans exclure la présence possible de minium. La feuille d'or est posée sur un bol dans le fond, orné d'une bordure incisée et poinçonnée. L'état de conservation se caractérise par l'usure d'une



couche picturale particulièrement fine, ayant entraîné divers repeints et la perte de lisibilité de la composition et notamment du bandeau qui couvrait les yeux du Christ modifiant ainsi l'iconographie représentée. L'existence d'un épais verni gris brun opacifié modifie considérablement le chromatisme de la composition. En conclusion le tableau présente des caractéristiques matérielles similaires aux deux petits tableaux de Londres et de New-York confortant l'hypothèse de leur appartenance à un même ensemble. L'analyse

radiographique confirme définitivement la continuité des supports du Christ moqué et de la Vierge. Les restes d'une limite peinte rouge à droite du premier plaide aussi pour une continuité avec la Flagellation; Le tableau a été acquis par le Musée du Louvre en octobre 2023.

**[↑]**  
**Le Christ moqué, Cimabue, vers 1280**  
Lieu de conservation :  
musée du Louvre (Paris)  
Conservateur responsable : Thomas Bohl  
Pilote C2RMF : Elisabeth Ravaud,  
département Recherche, groupe Peinture,  
peinture de chevalet



**Paire de chaises en bois polychrome de Jacob**  
**Une étude technique et scientifique**

Ces chaises élégantes dans leur simplicité, présentent un dossier en cabriolet, « à cintre rond » suivant la dénomination du XVIII<sup>e</sup> siècle, une assise presque circulaire, des pieds fuselés, dits « cormiers », cannelés rudement avec gorge en partie haute et des traverses d’assise à double moulure, avec dés de raccordement ornés d’une rosace. Cette paire de chaises en bois polychrome, livrée pour les appartements de Marie-Antoinette au Petit Trianon de Versailles, vers 1785, a bénéficié d’une étude technique et scientifique, pilotée par l’atelier de restauration ébénisterie. La polychromie, fortement usée, parfois lacunaire, permet de constater la présence d’au moins trois couches de peinture et laisse apparaître au niveau de la traverse arrière, l’estampille du menuisier Georges Jacob (1739-1814). L’étude a été organisée autour de quatre points :

- L’imagerie scientifique : ultra-violet et infrarouge pour le traitement de surface.
  - L’imagerie sous rayons X qui permet d’accéder aux assemblages.
  - La polychromie par analyses élémentaires de fluorescence X.
  - L’analyse des marques à l’encre au LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy).
- L’étude des deux chaises montre une homogénéité entre elles, tant dans les dimensions et les assemblages, que dans les marques et numéros d’inventaire situés sur les sangles en textile.

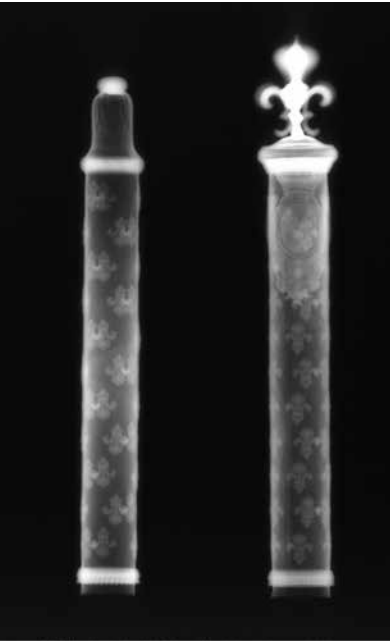
[←]  
**Paire de chaises en bois polychrome livrée pour les appartements de Marie-Antoinette, Georges Jacob, vers 1785**  
Lieu de conservation : Musée national du château de Versailles et de Trianon (Versailles)  
Conservateur responsable : Bertrand Rondot  
Pilote C2RMF : Marc-André Paulin, département Restauration, filière Arts décoratifs

**Bâton de commandement de maître d’hôtel du roi**  
**Constitution d’une documentation scientifique**

Dans le cadre du projet d’acquisition d’un bâton de commandement de maître d’hôtel du roi, attribué à André Haudry de Soucy par le musée national des châteaux de Versailles et de Trianon, le C2RMF a été sollicité afin de constituer une documentation scientifique préliminaire. En effet, si cette œuvre était bien cernée sur le plan historique, elle n’avait jusqu’alors fait l’objet d’aucun examen, ni analyse. Un dossier en imagerie a été réalisé, tant en photographie en lumière visible

qu’en radiographie de rayons X, ainsi que des analyses en spectrométrie de fluorescence X en vue de déterminer les compositions élémentaires des parties métalliques et leurs éventuelles disparités. Des examens portant sur les propriétés physiques et cliniques du bois et d’identification d’essences utilisées (xylologiques) et sur les techniques de cisures ont également été effectués. Ces analyses ont permis de montrer une grande cohérence technique de l’ensemble, en adéquation avec la datation proposée et de conclure que l’objet ne semble avoir fait l’objet d’aucun remaniement. Cette étude, qui a réuni 5 intervenants des départements Recherche et Restauration de différentes filières et groupes, permet de montrer la très forte synergie qui anime les équipes du C2RMF.

[↓]  
**Bâton de commandement d’hôtel du roi (image en microscopie numérique 3D de l’ovale dextre du décor repris en ciselure)**  
Lieu de conservation : Musée national du château de Versailles et Trianon (Versailles)



**Saint Jean Baptiste partant dans le désert de Lorenzo di Credi**  
**Étude technique pour identification**

L’étude du petit panneau peint (16,4 x 33,5 cm) représentant Saint Jean Baptiste nous a été demandée par le département des Peintures du musée du Louvre dans le cadre d’un projet d’acquisition. Il a en effet semblé à Vincent Delieuvain, conservateur en chef au département des Peintures, auteur de cette découverte, que cette peinture sur bois constituait vraisemblablement le troisième fragment de la prédelle (partie inférieure d’un retable, panneau peint placé derrière l’autel des églises) du retable de Piazza, commandé à Andrea del Verrocchio et peint par son élève Lorenzo di Credi,

dont on ne connaissait jusqu’à présent que le panneau principal, conservé au duomo de Pistoia, et deux fragments de prédelle, une Annonciation, au musée du Louvre, où elle a parfois été attribuée à Léonard de Vinci, et un Saint Donat, conservé au musée de Worcester (Massachusetts). L’étude technique de ce tableau a permis de mettre en évidence l’identité de l’essence du bois et de son débit, la similitude de hauteur des panneaux, l’usage des mêmes composants pour la préparation et les pigments, une même technique de mise en œuvre et un même vieillissement des matières. L’examen du dessin sous-jacent a

confirmé l’identité de technique du dessin préparatoire et a révélé la présence de points de spolvero (procédé de décalque du dessin préparatoire sur le support définitif) indiquant l’emploi d’un carton préparatoire. De nombreuses variantes entre le dessin et l’exécution peinte ont confirmé qu’il s’agissait d’une œuvre originale et non d’une répétition. Nous avons également remarqué que l’enfant tenait initialement une longue croix dorée, placée en diagonale, qu’il fixait du regard et qui contribuait à équilibrer sa pose. Enfin, des traces d’encadrement feints, identiques à ceux que nous avons pu observer sur les autres panneaux, ont apporté un argument supplémentaire en faveur de l’appartenance de ce petit panneau au célèbre retable. L’œuvre a été acquise par le musée du Louvre et restaurée par Cinzia Pasquali dans les ateliers du C2RMF.

[↑]  
**Saint Jean Baptiste partant dans le désert, Lorenzo di Credi**  
Lieu de conservation : musée du Louvre (Paris)  
Conservateur responsable : Vincent Delieuvain  
Pilote C2RMF : Bruno Mottin, département Recherche, groupe Peinture, peinture de chevalet

**Étude de nu pour une nymphe, dessin de Johann Liss**  
**Lever un doute quant à la provenance**

Le C2RMF a reçu au début de l’année 2022 une demande d’intervention singulière portant sur un dessin de Johann Liss (vers 1595-1631), peintre d’origine allemande, actif principalement à Venise, proposé en don au département des Arts graphiques du musée du Louvre. La problématique formulée par la conservatrice à l’origine de la demande se démarquait de celle habituellement énoncée touchant généralement à

l’identification des matières noires utilisées. Il s’agissait en effet de lever un doute quant à sa provenance. La présence d’une annotation mentionnant le nom du peintre flamand Rubens - vraisemblablement une ancienne attribution - avait engagé la conservatrice à faire des recherches sur les bases de données d’œuvres spoliées et disparues. Deux dessins donnés à Rubens étudiant, tout comme celui de Liss, une figure nue féminine assise et vue de dos, anciennement conservés dans les collections des musées de Dresde et aujourd’hui perdus, répondaient à ces critères. Les musées de Dresde informés de son existence ont alors demandé que celui-ci soit dédoublé afin

que d’éventuelles annotations ou marques susceptibles de prouver leur appartenance à leurs collections soient rendues visibles. Comme il n’était pas possible de séparer le papier d’œuvre de son support, seul le recours à des techniques d’imagerie scientifique pouvait apporter une réponse à cette demande. Celles-ci n’ont nullement fait ressortir de traces d’annotations ou de marques d’aucune sorte. Ces incertitudes levées, le dessin a pu être présenté au comité d’acquisition du musée du Louvre qui a entériné le don.

Lieu de conservation : musée du Louvre (Paris)  
Conservateur responsable : Xavier Salmon  
Pilote C2RMF : Eric Pagliano et Laurence Clivet, département Recherche, groupes Peinture et Imagerie



## Le centre de ressources documentaires : un espace au service des chercheurs

Le centre de ressources documentaires constitue, conserve et met à disposition des publics les fonds documentaires et bibliographiques du C2RMF : documentation sur les œuvres et les musées, archives, ouvrages, périodiques et bases de données.

### Chiffres clés

101

prises de vues réalisées

3 048

notices de documents créées

9 299

notices d'images créées

599

notices d'œuvres

Les équipes de documentalistes et bibliothécaires mettent en œuvre une politique de collecte et d'acquisition pour enrichir leurs fonds. En 2022, près de 12 500 notices d'images et 4 200 notices de documents ont été créées ou modifiées dans EROS. 101 séances de prises de vue ont été organisées pour le suivi des restaurations dans les ateliers du Centre (Flore et Versailles) ou dans les salles des musées. La bibliothèque a acquis 383 ouvrages dont 280 pour les bibliothèques des SCN du réseau des bibliothèques des musées nationaux et souscrit 46 abonnements à des périodiques papier ou numériques.

Chercheurs, restaurateurs, étudiants ou agents du C2RMF sont accueillis en salle de lecture et orientés grâce à des services à distance qui se renforcent d'année en année (aide à la recherche, envoi de documents numériques, recherche d'articles de périodiques, numérisation à la demande...). Le centre de ressources documentaires valorise également ses fonds par des visites et présentations à destination des collégiens, groupes d'étudiants ou de professionnels.

Le chantier de la Petite écurie du roi a conduit à la fermeture de la salle de lecture du site versaillais au profit du centre de documentation du Carrousel. En 2022, en lien avec un cabinet d'architecte, une première phase de travaux a été menée pour réaménager ce centre de documentation. Les dossiers d'œuvres ont été intégralement reconditionnés en boîtes et sont désormais stockés dans de nouvelles armoires pivotantes : ils sont ainsi mieux protégés et plus facilement évacuables en cas de sinistre.



### La Maestà de Cimabue Des conditions complexes de prises de vue

[↑]  
Salle de lecture du centre de ressources documentaires

**Début 2022 ont commencé l'étude et la restauration d'une œuvre monumentale du musée du Louvre, la Maestà de Cimabue (fin du XIII<sup>e</sup> siècle).**

À cause des dimensions imposantes du tableau – 4,27 m de haut et 2,80 m de largeur – cette restauration se déroule dans le musée du Louvre. La filière Peinture du département Restauration du C2RMF assure le suivi scientifique de la restauration et la filière Archives et documentation organise des séances de prise de vue photographiques, tout au long des opérations prévues jusqu'à mi 2024. Les restauratrices de la couche picturale, Rosaria Motta, Emanuela Bonacini, Audrey

Bourriot, Claudia Sindaco ont commencé leur travail début 2022. Thomas Clot, photographe chargé des séances de prise de vue des peintures en restauration, a débuté son travail en mars, accompagné de la documentaliste peinture du C2RMF, Véronique Reuter. Il s'est adapté à des conditions complexes de prise de vue (manque de recul et travail sur échafaudage de grande hauteur). Lors de six séances de mars à novembre 2022, il a photographié vues d'ensemble et détails des tests de nettoyage et en cours de nettoyage. 55 photographies ont été prises, consultables sur la base de données EROS.

## La pendule et le microscope de Passemant

### Une campagne de prise de vue exceptionnelle

En 2022, deux œuvres exceptionnelles sont venues au C2RMF dans le cadre de l'exposition « Louis XV, les passions d'un Roi » (18 octobre 2022 - 19 février 2023) au Château de Versailles: la pendule astronomique et le microscope de Passemant.

Le microscope tripode, exécuté sur ordre du Roi vers 1750, a été photographié en juin et en juillet avant et après restauration par Michel Bourguet, photographe chargé des séances de prise de vue pour les Arts décoratifs. La pendule astronomique, réalisée entre 1749 et 1753, est venue pour une étude scientifique et une restauration des bronzes, ainsi qu'une étude du mécanisme astronomique et horloger avant restauration ultérieure.

Une campagne photo, imagerie scientifique et photographies documentaires, particulièrement importante a été réalisée tout au long de l'année. Les bronzes ont été photographiés en mars après dépose de la partie horlogerie et avant restauration, en avril en cours d'intervention et en juin après intervention. Les mouvements, les aiguilles, le cadran, le pendule, les éléments du planétaire ont été photographiés en avril et en mai. En juillet, une séance a permis de photographier la pendule prête à repartir à Versailles. La couverture complète représente 157 clichés. Avec l'imagerie scientifique d'Alexis Komenda et les radios faites par Elsa Lambert, ce sont 234 clichés qui sont venus enrichir la notice d'œuvre et la base EROS.

[↓]  
Pendule astronomique et microscope tripode, Claude-Siméon Passemant entre 1749-1753  
Lieu de conservation: musée national du château de Versailles et de Trianon  
Conservateur responsable: Hélène Delalex  
Pilote au C2RMF: Alexis Komenda et Elsa Lambert, département Recherche, groupe Imagerie



# Le Réseau des Bibliothèques des Musées Nationaux: toujours plus de bibliothèques à son actif

Depuis que le C2RMF est devenu la tête de réseau des bibliothèques des musées nationaux, chaque année, une bibliothèque nouvelle nous rejoint, venant ainsi renforcer les spécificités de son catalogue collectif.

Pour rappel, en 2018, ce sont les bibliothèques des départements du Louvre, le centre Dominique-Vivant Denon et le musée Delacroix qui ont donné le ton en rejoignant le réseau ; en 2019, la bibliothèque de l'unité de Documentation du service des musées de France a poursuivi cette dynamique en versant sa collection de notices spécifiques aux thématiques muséales et muséographiques ; en 2020, la bibliothèque des ressources du service culturel du musée d'Orsay continuait sur cette lancée ; en 2021, c'était au tour de la bibliothèque du musée des Monuments français. Ainsi, pour maintenir ce rythme, le Centre d'études Picasso du musée national Picasso-Paris nous a rejoint cette année en versant dans notre catalogue 6 000 notices sur l'artiste et son œuvre. Si ce réseau prend de l'envergure par la contribution de nouvelles bibliothèques, il invite aussi à la migration de nouveaux fonds. Aussi cette année est-elle marquée par l'ajout dans le catalogue collectif de 247 notices du fonds Bréjon de Lavergnée du musée Magnin, 5 735 notices de tirés à part du fonds Copte - Pharaonique de la bibliothèque du département des Antiquités égyptiennes du Louvre et de 83 notices de monographies du musée des Monuments français. Grâce à ces migrations successives, ce réseau rend compte ainsi de la diversité des bibliothèques et affiche fièrement la richesse de son catalogue qui documente les collections muséales (<https://ccbm.fr/>).

En effet, ce catalogue contient des notices bibliographiques qui renseignent sur l'archéologie et les diverses périodes de l'histoire de l'art, il précise la localisation des documents tels que des ouvrages, des périodiques, des documents iconographiques, sonores et numériques. Ces migrations annuelles supposent un traitement informatique rigoureux mené de concert par les bibliothécaires de la cellule Bibliothèque du C2RMF, l'éditeur du catalogue d'Ex-Libris et le SNUM (Service du numérique du ministère de Culture).

Chiffres clés

33  
adhérents au réseau

6 204  
notices intégrées dans le CCBMN



# Chapitre 3

## Les programmes de recherche



Les matériaux du patrimoine  
dans l'espace et dans le temps

p. 64

L'étude des procédés de création

p. 70

L'étude des phénomènes  
d'altération des œuvres

p. 74

Le développement de nouveaux  
protocoles de conservation-  
restauration

p. 78



# Les matériaux du patrimoine dans l'espace et dans le temps

La caractérisation des matériaux du patrimoine culturel est l'une des voies permettant d'apporter des éclairages nouveaux sur les savoir-faire des artistes et des artisans anciens, ainsi que sur le choix, la provenance et la circulation commerciale des matériaux, naturels ou de synthèse.

L'ambition de ces recherches est de mieux comprendre les procédés de mise en œuvre des matériaux constitutifs des œuvres d'art. Ce travail est le plus souvent complexe car il est nécessaire de distinguer au sein de ces matériaux ce qui relève de synthèses volontaires des réactions d'altération. Il est donc nécessaire de réaliser en parallèle de l'analyse des œuvres des expérimentations contrôlées visant à synthétiser des préparations modèles pour en caractériser les propriétés physico-chimiques, notamment la couleur, la composition, la structure, les propriétés rhéologiques...

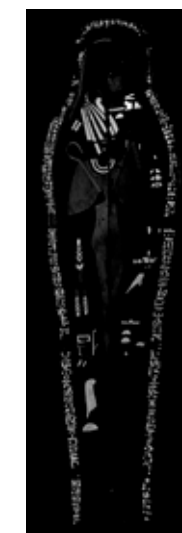
Pour certains matériaux, l'analyse à différentes échelles, permet de reconstituer les sources d'approvisionnement en matières premières et les réseaux de diffusion pour peu que les matériaux exploités présentent des signatures caractéristiques de leur origine géographique ou géologique.

Il s'agit d'un domaine éminemment interdisciplinaire où conservateur, historien d'art ou archéologue interagissent de manière étroite avec le physicien et le chimiste et avec le restaurateur, à l'occasion de travaux de conservation.

## « Vatican Coffin Project »

### L'étude et la restauration de l'ensemble funéraire de Neskafaâ

Cet ensemble funéraire est constitué d'un cercueil, cuve et couvercle, et d'une couverture de momie. Il a été découvert lors des fouilles de G. Daressy à Thèbes ouest en 1891 et provient de la « cachette des prêtres d'Amon » à Deir el-Bahari.



Daté de l'époque pharaonique, Troisième période intermédiaire – fin de la XXI<sup>e</sup> dynastie, il appartient au scribe du domaine d'Amon, Neskafta.

Sa restauration, menée dans les ateliers de Versailles par un groupement de restaurateurs indépendants (Fulbert Dubois, Claire Dard, Anaïs Gailhbaud et Alexandre Beauné), fut l'occasion d'effectuer une documentation scientifique complète de la polychromie venant s'intégrer dans un projet européen, le « Vatican Coffin Project », qui a pour objectif d'étudier les cercueils à fond jaune de la fin de la XX<sup>e</sup> au début de la XXII<sup>e</sup> dynastie. Outre un dossier d'imagerie scientifique documentant l'ensemble des faces de chaque partie de l'ensemble funéraire, les analyses ont permis d'apporter des éléments significatifs dans la caractérisation matérielle

des couches peintes, avec par exemple l'emploi d'un pigment vert de synthèse, autre que le bien connu vert égyptien, présentant des faciès de cristallisation particuliers et qui semble être récurrent pour cette période de l'histoire égyptienne. Une gomme polysaccharidique naturelle, endémique d'Égypte, a également pu être identifiée en tant que liant des couches picturales, grâce à l'utilisation d'une technique de spectrométrie de masse haute résolution MALDI-TOF, développée au C2RMF grâce à un partenariat avec l'ESPCI (École supérieure de physique et de chimie industrielles - laboratoire SMBP) et le laboratoire de l'Art Institut de Chicago.

[<] **Ensemble funéraire de Neskafta, vers 1069-664 av.J.C.**  
 Lieu de conservation : Musée de Picardie (Amiens)  
 Conservateur responsable : Agathe Jagerschmidt  
 Pilote C2RMF : Noëlle Timbart, département Restauration, filière Archéologie et Ethnographie, Yannick Vandenberghe et Agnès Lattuati-Derieux, département Recherche, groupe Peinture

## Projet MANOIR\*

### Étude des matières noires : nouveaux marqueurs des pratiques funéraires de l'Égypte ancienne

Des matériaux de couleurs noires que nous appelons « matières noires » ont souvent été employés en contexte funéraire dans l'Égypte ancienne.

Elles sont présentes, au sein des collections muséales, notamment sur des momies, des figurines, des vases canopes et des éléments de cercueils. Ces matières qui résultent d'un mélange complexe et chimiquement dégradable de substances naturelles d'origines diverses telles que des résines végétales, de la cire d'abeille, des graisses animales, des gommes, des huiles végétales ainsi que du bitume se retrouvent également dans la composition des baumes de momification. À ce jour,

les études archéométriques menées sur ces matières se sont concentrées sur leur seule partie organique/bio organique, selon une approche moléculaire micro-invasive. Le projet MANOIR mené dans le cadre d'une collaboration entre l'IRCP/CNRS/Chimie-Paris Tech, le C2RMF (2020-2023) et des institutions muséales (musée du Louvre, château-musée de Boulogne-sur-Mer, musée des Confluences de Lyon et musée de Picardie d'Amiens) aspire à ouvrir un nouveau champ d'investigation en utilisant les éléments métalliques présents à l'état de trace dans le bitume comme sondes intrinsèques et extrinsèques (pollutions)

des matières noires. Cette recherche montre que la combinaison de techniques non destructives comme la Résonance paramagnétique électronique (RPE) et l'émission de rayons X (PIXE) et UV-Visible (IBIL) sous faisceau d'ions fournit un outil prometteur pour une exploration non destructive de la nanostructure, de la microstructure et de la composition des matières noires de l'Égypte ancienne.

[+] **\*Projet MANOIR : Matière NOIRE dans l'Égypte ancienne**  
 Pilote C2RMF : Agnès Lattuati-Derieux, département Recherche





# Projet FAYOUM

## Les techniques de fabrication des portraits funéraires de l'Égypte romaine

[↕ | →]  
Analyse d'un des portraits du projet Fayoum par l'instrument MITHRA (Multimodal Instrument Transportable for Hyperspectral and Radiation Analysis) conçu et réalisé au C2RMF  
Pilotes C2RMF: Anne-Solenn Le Hô, département Recherche, groupe Peinture  
Lucile Brunel-Duverger, département Recherche, groupe Peinture

Les panneaux peints de l'Égypte romaine, portraits de momies et divinités, constituent une production remarquable. De mieux en mieux connus, leur technique de fabrication fait notamment l'objet d'une recherche au long cours, en constante évolution grâce aux développements analytiques et à une interdisciplinarité accentuée.

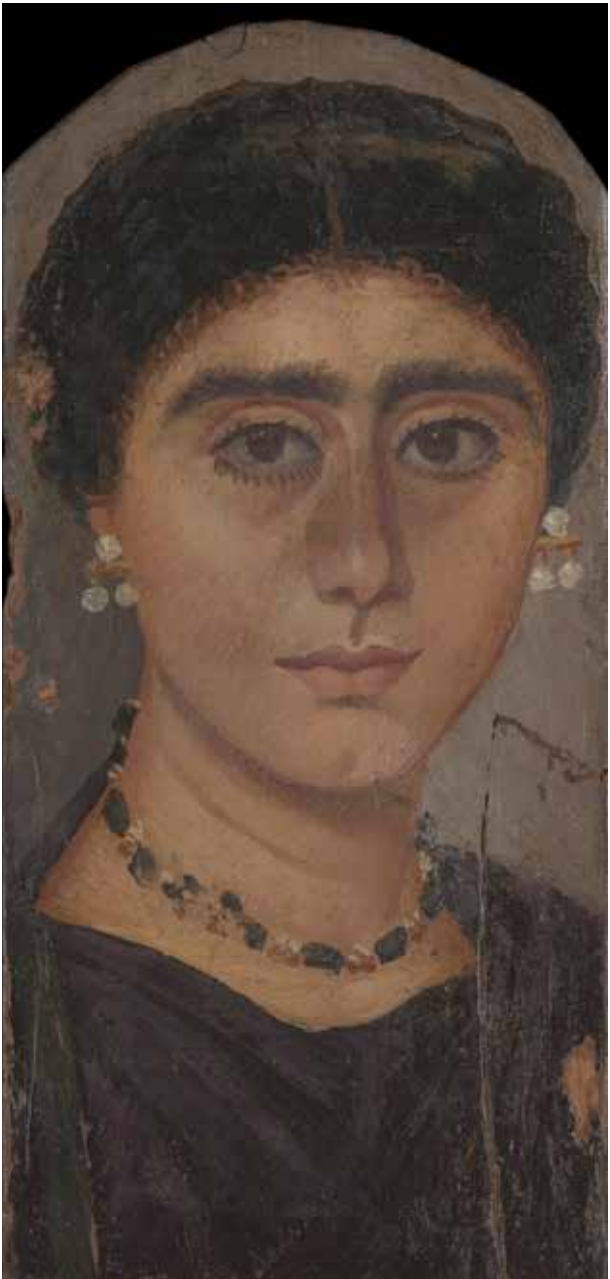


Après des études de cas dans les années 1960 puis de collections dans les années 1990 et 2000, de nouveaux travaux ont été récemment entrepris sur un ensemble de 31 panneaux conservés au département des Antiquités égyptiennes du musée du Louvre, l'une des plus riches collections au monde. Ainsi au travers d'une recherche collaborative entre sciences humaines et sciences expérimentales, associant institutions muséales et laboratoires, le projet FAYOUM s'est déployé en 2020 et 2022. Plusieurs équipes du C2RMF (groupes Peinture, Imagerie et Objet) ainsi que d'autres institutions, CRC-MNHN et le musée du Louvre-DAE, ont participé au projet. Celui-ci a bénéficié du soutien de la Fondation des Sciences du Patrimoine avec le support du contrat postdoctoral de 21 mois de Lucile Brunel-Duverger. Les panneaux ont été étudiés matériellement et techniquement sur la totalité de leur surface,

au moyen d'un panel d'instruments d'imagerie et d'analyses non destructives délivrant des informations à l'échelle de l'œuvre. L'objectif était de mieux appréhender les influences des civilisations égyptienne, grecque et romaine à l'origine de ces objets, en approfondissant les travaux antérieurs et en corrélant les informations iconographiques, stylistiques et historiographiques aux données analytiques collectées. Au-delà de l'identification des matériaux colorés et des liants employés pour chacun des panneaux peints étudiés, une attention

particulière a été portée aux étapes de réalisation et aux choix de combinaisons pigment-liant, témoins des pratiques artisanales dues à l'interpénétration des savoir-faire et aux transformations de la matière picturale et ses usages. Séquences d'exécution des couches, étape préliminaire de préparation des fonds, réalisation de dessins préparatoires, caractérisation des liants (cire, gomme et protéine), charges minérales blanches modulant les teintes, usage d'une large palette colorée sont autant de résultats nouveaux, enrichissant la compréhension de cette production.

La mise en réseau et la diffusion des connaissances sur les portraits funéraires de l'Égypte romaine est également en cours par support numérique. En effet le projet FAYOUM abonde le programme international APPEAR (Ancient Panel Painting: Examination, Analysis and Research) du Jean-Paul Getty Museum avec la création d'une base de données, alimentée par la quarantaine d'institutions partenaires à travers le monde. Le partage et l'ouverture des données techniques, physico-chimiques et historiques du projet Fayoum sont ainsi menés à large échelle.



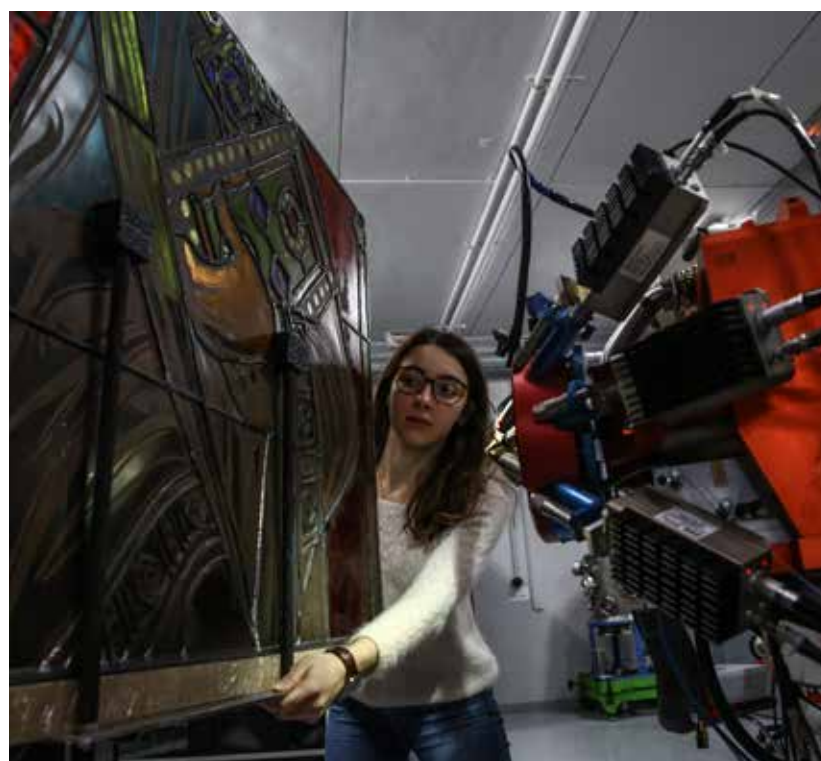


## Les bois de Notre-Dame de Paris

### Étude des vestiges de la charpente

L'incendie de Notre-Dame de Paris, le 15 avril 2019, a détruit la charpente en bois, dite la « forêt ». Cependant, le bois n'a pas été intégralement calciné et le cœur de certaines poutres a été miraculeusement épargné. Le C2RMF participe activement à l'ANR - CASIMODO qui se propose d'étudier les vestiges de la charpente, pour répondre aux questions liées à la construction de la cathédrale, aux bois d'œuvre utilisés, à l'état des forêts, leur exploitation ainsi qu'à l'optimum climatique médiéval et son impact environnemental et sylvicole aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles. Dans un premier temps, des protocoles innovants et inédits pour la collecte, l'inventaire, la conservation *in situ* et le conditionnement spécifique des bois calcinés ont été initiés par le C2RMF et un très grand nombre de photographies scientifiques et de reportages ont été réalisés. Le groupe Datation s'insère dans un programme de recherche collaboratif qui consiste en l'amélioration de la courbe de calibration du radiocarbone (IntCal) pendant les différentes périodes de construction et restauration de la cathédrale, grâce à des mesures du taux de carbone 14 - cerne - sur des fragments de bois bien sélectionnés.

Pilote C2RMF: Catherine Lavier, département Recherche, groupe Datation



## Les vitraux de Notre-Dame de Paris

### Programme imagerie@NewAGLAE

**Les vitraux de Notre-Dame de Paris, en particulier les dépôts (intentionnels ou non) présents à leur surface font l'objet d'une étude spécifique à New AGLAE en collaboration avec le LRMH.** Les méthodes et outils développés dans le cadre de la thèse pourront s'avérer particulièrement utiles pour l'étude de stratigraphies fines à la surface d'objets du patrimoine en verre mais aussi d'autres matériaux (pierre, céramique, métal, etc.). La thèse a pour objectif d'optimiser l'imagerie issue des produits de l'interaction particules/matière afin d'apporter des éléments de réponse aux problématiques des objets du patrimoine et en particulier des vitraux. Il s'agira d'optimiser le Total-IBA déjà pratiqué à New AGLAE et de développer la tomographie RBS. Le Total-IBA est la détection simultanée de tous les produits issus de l'interaction particules/matière ainsi que les informations obtenues en combinant les précédents résultats entre eux.

Cette dernière étape ne se fait pas automatiquement et c'est en cela que son optimisation au moyen d'algorithmes d'intelligence artificielle est un axe majeur de la thèse. L'ajout d'un détecteur de particules rétrodiffusées supplémentaire à un autre angle de détection permettra d'affiner les modèles de matériaux complexes et de les représenter en 3D. Si la méthodologie et les outils font l'objet d'une validation sur des échantillons standards ou parfaitement connus, des objets du patrimoine sont analysés dans le cadre de la thèse.

Financement: Fondation Groupe EDF (60%) et C2RMF (40%)  
Collaborations: FR3506 – C2RMF, Groupe PRISME EDF R&D, LRMH (Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques), IRCP  
Participants-collaborateurs: Claire Pachéco, Alexandre Girard (EDF R&D), Claudine Loisel (LRMH), Laurent Pichon, Quentin Lemasson, Barbara Trichereau (LRMH)  
 Doctorat d'Astrid Tazzioli (PSL, ED388, en cours depuis avril 2022)  
Pilote C2RMF: Claire Pachéco, département Recherche, groupe AGLAE+

## Projet PILINA

### Recherche sur la polychromie antique

**Le projet PILINA, initié par un post-doctorat en 2014, s'est développé pour devenir l'un des principaux axes de recherche sur la polychromie antique au C2RMF.**

Le projet s'intéresse à l'étude des pratiques artisanales de la couleur sur les figurines en terre cuite grecques de l'époque archaïque à l'époque hellénistique. Il a généré l'analyse complète de plus de 110 figurines provenant de multiples foyers de production (Athènes, Tanagra, Thèbes, Corinthe, Myrina, Smyrne, Tarse) comprenant un dossier d'imagerie scientifique, la caractérisation de la pâte céramique et de la polychromie, par un ensemble de techniques croisées d'examen, d'analyses non-invasives et par l'étude quasi systématique de micro prélèvements.

Cette recherche interdisciplinaire, menée en collaboration avec le département des Antiquités grecques, étrusques et romaines du musée du Louvre depuis 2003, a permis d'établir des caractéristiques matérielles



démontrant une technicité exceptionnelle des peintres de figurines, avec une sélection et une préparation de la matière, un travail sur la mise en œuvre et des jeux de couleur jusqu'ici insoupçonnés, employant des pigments jusqu'alors inconnus telles que la cassedanneite ou la phosphohedyphane. L'expertise ainsi acquise a favorisé les collaborations et l'accès à des pièces d'exceptions conservées en Grèce au musée national d'Athènes et au musée archéologique de Thèbes, venant compléter notre corpus

d'étude dont la publication est prévue pour 2025 sous la forme d'un ouvrage en deux volumes (synthèse et catalogue), co-édité par le musée du Louvre et l'École nationale d'Athènes.

[κ] Statuette: Polymnie  
Lieu de conservation: Musée du Louvre, département des Antiquités grecques, étrusques et romaines, Paris  
Pilote C2RMF: Brigitte Bourgeois et Yannick Vandenberghe, département Recherche, groupe Peinture

[↓] Photographie en lumière réfléchie, à droite photographie sous fluorescence d'ultraviolet mettant en évidence la polychromie





## L'étude des procédés de création

Le C2RMF est impliqué dans plusieurs projets de recherche sur les procédés de création avec de nombreux musées français et étrangers.

Dans le cadre de certains projets, il est nécessaire d'intervenir sur place lorsque les œuvres ne peuvent pas être déplacées. Cela implique une logistique conséquente avec le transport d'équipements, le déplacement de personnel ainsi que des demandes d'autorisation qui peuvent être complexes, comme ce fut par exemple le cas pour l'Aurige de Delphes. Le Centre intervient aussi dans l'étude de la matérialité et des techniques d'élaboration des objets. L'étude des masques mortuaires de Napoléon en est un exemple : il s'agissait de renseigner les responsables de collection afin d'établir une comparaison des masques, mieux comprendre leur histoire et distinguer celui qui était le plus proche de « l'original ». Très souvent ces études sont complexes, elles nécessitent l'association de plusieurs techniques d'analyse, la confrontation avec les échantillons historiques existants dans les riches bases de données, et sollicitent les compétences très pointues et complémentaires réunies du Centre.



### L'Aurige de Delphes

Nouvelles perspectives sur les grands bronzes grecs

**Le musée du Louvre et le C2RMF ont effectué des missions en mai 2017, novembre 2019, février 2020 et novembre 2021 pour réaliser une étude scientifique complète de l'Aurige au sein du musée de Delphes.**

Au total, plus de 800 kg de matériel d'examen et d'analyse du C2RMF et de l'Institut de soudure ont été acheminés à Delphes pour étudier le groupe statuaire. Un des objectifs principaux était de radiographier la statue, haute de 1m 80, afin d'en repérer notamment les soudures. Le C2RMF et l'Institut de soudure ont ici réuni des compétences uniques en termes de radiographie de grande sculpture et d'inspection sur site pour réaliser ce travail. Les parois de bronze étant relativement épaisses, les rayons X classiques ne suffisaient pas et il a fallu utiliser des rayons gamma, ce qui a impliqué l'utilisation

d'une source d'iridium radioactif et la mise en place d'un périmètre de sécurité. De nombreuses autres analyses ont été réalisées : l'analyse élémentaire par ICP-MS-MS des différentes pièces de bronze coulées pour former le groupe statuaire, l'étude pétrographique des noyaux d'argile liés au procédé de coulée, et la caractérisation par cartographie MA-XRF des matériaux constitutifs du visage (bandeau, yeux, cils, sourcils, lèvres, dents). Les analyses et examens ont permis de mieux comprendre la technique d'élaboration du groupe statuaire, notamment concernant la fonderie et l'assemblage.

Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'un colloque à Athènes en décembre 2022 organisé par l'École française d'Athènes partenaire du projet avec le musée du Louvre.

[↑]↓  
**Aurige dit « Aurige de Delphes », vers 470- 466 av. J.-C (Détail)**  
 Lieu de conservation : musée archéologique de Delphes (Grèce)  
 Pilote C2RMF : Benoit Mille, département Recherche, groupe Objets





## Céramiques de Saint-Porchaire

### Mise en évidence de critères d'authentification

**Il reste à l'heure actuelle moins de 60 pièces dans le monde de cette extraordinaire production de céramiques Renaissance dites de Saint-Porchaire.**

Caractérisées par un décor d'incrustations fines d'entrelacs d'argiles colorées par des oxydes de fer, ces œuvres ont longtemps été attribuées à des céramistes parisiens gravitant autour de la cour ou au plus célèbre d'entre eux, Bernard Palissy. Les recherches menées pendant la thèse d'Alexandra Dumazet sur la caractérisation des matériaux et la confrontation avec des productions retrouvées dans l'atelier de Palissy confirment qu'il n'en est rien. Il s'agirait plutôt de réalisations d'artistes de la région Saintongeaise; en effet,

l'argile utilisée, un matériau blanc, riche en kaolinite, présente des particularités minéralogiques que l'on a retrouvées dans des gisements proches de Saint-Porchaire. Grâce à des créations en laboratoire, on a montré que le comportement thermique de cette argile conférait aux céramiques des propriétés thermomécaniques exceptionnelles pour des productions du XVI<sup>e</sup> siècle. Ces résultats, ainsi que ceux obtenus sur les glaçures, permettent de mettre en évidence des critères d'authentification ayant d'ores et déjà permis de trouver quelques copies tardives ou quelques œuvres « reprises » au sein des collections françaises.



[↑]  
**Aiguère (1540 - 1550)**  
Lieu de conservation : Musée du Louvre, département des Objets d'art  
institution propriétaire Paris, France.  
Pilote C2RMF : Anne Bouquillon, département Recherche, groupe Objets

## Étude et restauration du bureau de Louis XIV

### Une prouesse technique

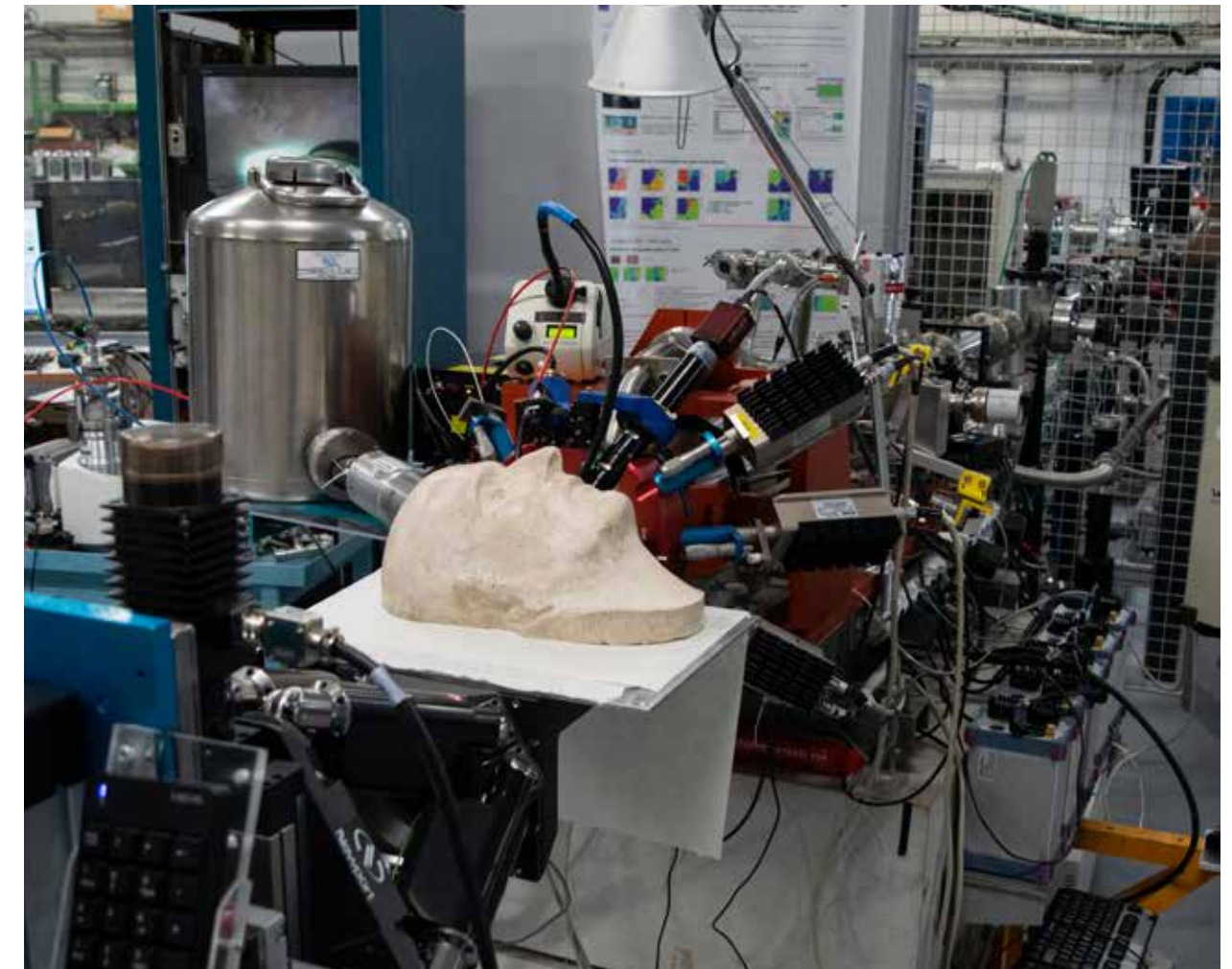
**Rare exemple de mobilier de cette époque encore conservé, ce bureau a bénéficié d'un long travail de recherche et de restauration mené au C2RMF, sous l'égide d'un comité scientifique international.**

Transformé au cours de son existence d'un bureau brisé en un bureau de pente à gradins, il a été décidé par les membres du comité de le restaurer en lui restituant un état le plus proche possible de sa forme initiale du XVII<sup>e</sup> siècle, guidé en cela en partie, par le pendant conservé à New York. Les analyses qui ont permis de pénétrer « au cœur du meuble » ont été conduites par les spécialistes du C2RMF et ont porté sur les assemblages du premier état avant transformation par la radiographie, la composition des vernis, la polychromie rouge sous la marqueterie d'écaille et sa composition et la datation du bois par dendrochronologie. La transformation a consisté à

repositionner à plat la pente, partie qui constituait au XVII<sup>e</sup> siècle le plateau du bureau. L'ouverture centrale du plateau en deux parties a également été restituée. Toutes les marqueteries d'écaille et de laiton ont été déposées. Elles présentaient des parties boursoufflées peu esthétiques et problématiques en termes de conservation. Enfin, les vernis, très épais et vieillis, ont

été remplacés afin de retrouver la couleur, les motifs et les nuances de l'écaille de tortue.

[↓]  
**Restauration de la marqueterie du Bureau de Louis XIV, Alexandre-Jean Oppenordt, vers 1685**  
Lieu de conservation : Château de Versailles et des Trianons (Versailles)  
Conservateur responsable : Pierre-Xavier Hans  
Pilote C2RMF : Magali Béline-Droguet et Frédéric Leblanc département Restauration, filière Arts décoratifs



## Les masques de Napoléon

### À la recherche de l'original

**« Napoléon n'est plus ! » C'est à l'occasion de cette exposition présentée au musée de l'Armée que 5 masques funéraires en plâtre et 2 en papier mâché et peint ont été sélectionnés pour étude parmi les très nombreux exemplaires connus.**

L'objectif était simple...sur le papier : identifier LE masque original, réalisé à Sainte Hélène à partir de l'empreinte du visage de Napoléon le 7 mai 1821 des tirages ultérieurs et établir une chronologie ou une filiation pour les autres. Les recherches se sont structurées autour de 3 axes :

1. les traces de fabrication étudiées avec S.Kessler, restauratrice spécialiste des moulages;
2. l'imagerie fine : photographies en lumière naturelle, sous UV, radiographie, 3D;

3. l'étude des matériaux constitutifs.

Le masque ciré Arnott-Pardée (MAH 8735) et le masque vernis Borella, en papier mâché semble-t-il et peints, sont trop petits pour s'accorder avec la représentation d'un homme adulte. Leur réalisation paraît bien éloignée d'un moulage sur nature. C'est bien le masque en plâtre Antommarchi-Azémar (M.M.40477284) du musée national des châteaux de Malmaison et Bois-Préau qui a présenté le plus d'arguments convaincants pour être, peut-être pas l'original, mais du moins un tirage très précoce : on y voit de très fins détails anatomiques (grains de peau, ridules, traces de pilosité...). Mais ce sont les très nombreux défauts, les traces d'un moule à 2 coques,

la technique visiblement moins bien maîtrisée et le plâtre, moins pur, mal cristallisé, de moindre qualité que les autres qui corroborent le mieux ce que l'on sait de l'histoire de la prise de l'empreinte mortuaire. Pourtant une analyse comparée des composants de la matière première mise en œuvre avec celle prélevée sur l'île de Sainte Hélène met en lumière des différences majeures interdisant encore de conclure définitivement.

[↑]  
**Analyse par faisceau d'ions sur NewAGLAE du masque mortuaire de Napoléon 1<sup>er</sup>, dit Masque Napoléon Gilley II**  
Lieu de conservation : Musée national de la maison de Bonaparte (Ajaccio)  
Conservateur responsable : Émilie Robbe  
Pilote C2RMF : Anne-Solenn Le Hô et Anne Bouquillon, département Recherche, groupe Peinture et Objets



# L'étude des phénomènes d'altération des œuvres

L'objectif principal des recherches sur l'altération vise à proposer aux professionnels du patrimoine, conservateurs, architectes, ingénieurs et restaurateurs, des méthodes de diagnostic et de prédiction phénoménologique de la dégradation des matériaux du patrimoine conservés dans des conditions environnementales plus ou moins contrôlées et donc en interaction avec des milieux plus ou moins agressifs.

Ces recherches permettent d'estimer de manière plus fiable les risques encourus par ces matériaux afin de définir une politique cohérente en matière de conservation et de restauration. Ces recherches, réalisées sur plusieurs types de matériaux, nécessitent l'élaboration de stratégies analytiques pour caractériser les phases d'altération sur les matériaux anciens, la mise en place de vieillissements artificiels et accélérés sur des matériaux modernes avec ou sans contrainte mécanique.

L'ensemble de ces travaux permet dans un premier temps d'isoler les paramètres les plus influents sur les processus d'altération et, dans un second temps, de développer des modèles décrivant de manière fiable les processus d'altération, afin d'aboutir à une modélisation prédictive.

## Le projet européen SensMat Anticiper la dégradation des biens culturels

**2022 a vu s'achever le projet européen SensMat (Preventive Solutions for Sensitive Materials of Cultural Heritage) qui rassemblait 17 partenaires et 7 pays autour de la préservation des biens culturels.**

Piloté par le CEA, le projet a permis le développement d'un système complet, destiné à anticiper et prévenir la dégradation des biens culturels, qui se compose :

- D'un réseau de capteurs connectés, mesurant différents paramètres environnementaux (température, humidité, lumière, vibrations, etc.).

- D'un système d'information, qui collecte et analyse les données des capteurs, déclenche des alarmes lorsque les conditions environnementales menacent l'intégrité des œuvres et propose des mesures de mitigation adaptée; ce système possède en outre une base de connaissances sur les bonnes pratiques en matière de préservation des biens culturels et propose un service d'assistance aux musées.

Le C2RMF, représenté par les départements Recherche et Conservation préventive, a notamment contribué à la

réalisation d'une enquête en conservation préventive auprès d'une centaine de musées européens, afin d'orienter les cahiers des charges pour les capteurs et le système d'information, à l'étude de la dégradation de différents matériaux en contexte muséal, ainsi qu'au suivi des tests de la solution dans les 10 cas d'études.

*Pilote C2RMF : Juliette Rémy, département Conservation préventive*



## Projet SERPICOV Capture des COV émis par les momies

**Le projet de recherche SERPICOV (2021-2022), porté par l'Institut Lavoisier (Université de Versailles) et bénéficiant du soutien de la FSP, a réuni les départements Recherche, Conservation préventive et Restauration du C2RMF autour de la capture, par des matériaux hybrides poreux de type MOFs (Metal Organic Frameworks), des COV (composés organiques volatils) émis par les momies.**



Ces matériaux qui combinent l'association d'une unité inorganique avec un ligand organique offrent une grande diversité de structures, de compositions et de fonctionnalités. Possédant une grande surface d'adsorption ainsi qu'une grande porosité, ils permettent de piéger une large gamme chimique de COV. Avec ces capteurs qui peuvent offrir une grande diversité de composition chimique, il est possible de combiner une grande capacité d'adsorption avec une grande sélectivité.

La gestion des polluants gazeux émis dans des environnements confinés (vitrines, boîtes de conditionnement) par les biens culturels ou les contenants eux-mêmes est en effet un problème fréquemment rencontré par les musées et pour lequel il n'existe à ce jour pas de solution complètement satisfaisante. L'exemple des momies, qui dégagent des émissions souvent très odoriférantes, est à ce titre représentatif. L'idée du projet est donc de mettre au point un nouveau type d'adsorbant ciblant les COV émis

majoritairement par les momies; associés à des biopolymères, ils pourront être placés directement dans les contenants sous forme de films ou de tablettes de petite taille et de coût moindre.

La première phase du projet a permis d'élaborer et de tester divers MOFs capables d'adsorber sélectivement les COV émis par les momies en présence de la vapeur d'eau atmosphérique. Six MOFs différents amphiphiles ou hydrophobes ont été retenus. Les performances de ces MOFs ont pu être testées en laboratoire en considérant leur capacité d'adsorption pour la molécule d' $\alpha$ -pinène considérée comme modèle pour la famille chimique des terpènes et 3 ont été ainsi retenus. Une deuxième phase est prévue pour tester et valider leur utilisation dans des conditions muséales réelles. C'est pourquoi le projet se poursuit en 2023-2024 sous le nom de COBRA, grâce au soutien du DIM-PAMIR.

**[<] Capteur des composés organiques volatils de la momie de Setjaimengaou dans le musée de Picardie**



Moyens de protection  
Développement des inhibiteurs de corrosion

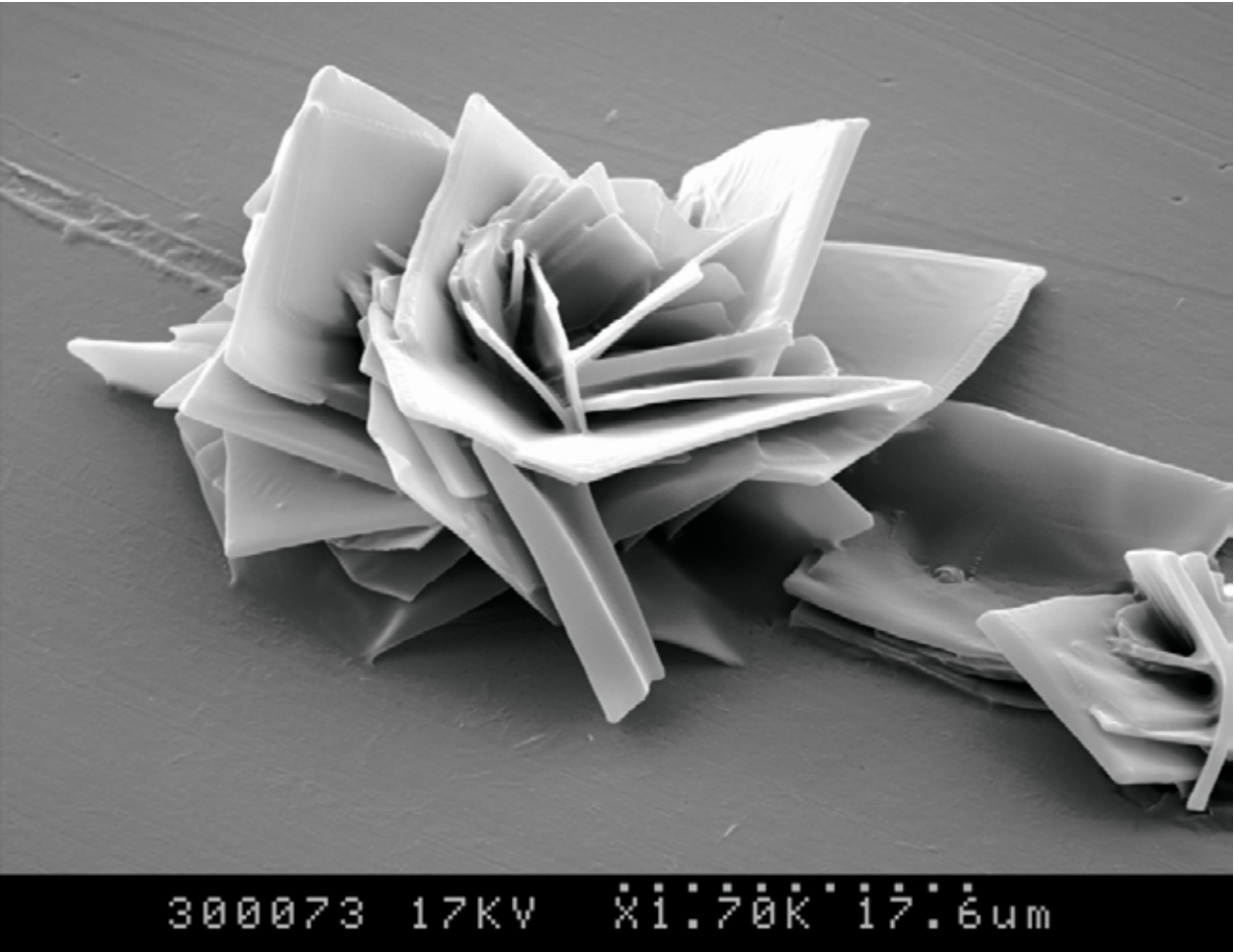
Une des principales missions des professionnels du patrimoine est d'assurer la conservation des œuvres et collections dont ils ont la charge au sein d'institutions muséales pour les transmettre aux générations futures.

Ces dernières décennies, les brusques changements climatiques observés induisent des alternances de cycles humidification/séchage de plus en plus marquées, risquant de provoquer une accélération de la dégradation des matériaux constitutifs des œuvres. Dans ce contexte, le C2RMF développe en collaboration avec l'Institut Jean Lamour de Nancy des inhibiteurs de corrosion « verts » et « intelligents » à base d'acides carboxyliques extraits d'huiles végétales pour la protection des objets métalliques. Ces inhibiteurs permettent de contrôler les

paramètres physico-chimiques à l'intérieur des couches de corrosion en fonction des conditions atmosphériques en limitant 2 paramètres physicochimiques essentiels: la solubilité des cations métalliques et les variations de pH à l'origine de la piqûration. Ces systèmes innovants, sont ou seront testés sur des métaux corrodés, pour la protection d'objets métalliques base fer, base cuivre et base aluminium dans le cadre de projets menés avec l'Institut Jean Lamour (IJL), l'Institut de Recherche de Chimie Paris, le musée de l'Air et de l'Espace et l'Institut de soudure pour le projet C-ADER (2022-2027); l'IJL, le musée du Louvre et le musée de la Cour d'Or de Metz pour le projet PIMP qui débutera en 2023. Les performances de

ces nouveaux traitements sont d'abord évaluées, par des mesures de spectroscopie d'impédance électrochimique. Les surfaces traitées sont analysées en termes de morphologie, de composition chimique de structure cristalline et de structure locale. L'évaluation finale des performances de ces traitements sera menée avec les différents musées en disposant des coupons corrodés traités et non traités dans les lieux de conservation afin de suivre leur vieillissement dans des conditions réelles de conservation des collections.

[↓]  
Image électronique d'une surface de cuivre traitée avec des solutions inhibitrices issues d'huiles végétales. Présence de cristaux de carboxylates de cuivre à la surface  
Pilote C2RMF: François Mirambet, département Recherche





## Le développement de nouveaux protocoles de conservation-restauration

La recherche de nouveaux protocoles de conservation-restauration constitue une des actions privilégiées des laboratoires de recherche travaillant sur les matériaux du patrimoine.

En effet, depuis plusieurs années, du fait de la grande variété d'œuvres à conserver, les conservateurs et les restaurateurs sollicitent de plus en plus les scientifiques impliqués sur ces thématiques afin de pouvoir disposer de nouvelles techniques ou produits parfaitement adaptés au problème de la conservation des matériaux du patrimoine. Or, bien que de nombreux procédés aient été développés dans le milieu industriel, la majorité de ceux-ci ne répond pas toujours à l'ensemble des critères d'emploi sur des œuvres du patrimoine, à savoir ne pas modifier l'aspect visuel de l'œuvre après application, apporter le moins de transformation possible, être durables mais aussi, autant que possible, être réversibles. La préservation des collections publiques impose donc de développer de nouvelles stratégies de conservation-restauration, en particulier pour les traitements de nettoyage, de stabilisation et de protection prenant en compte ces différents paramètres mais également les normes environnementales en vigueur. Les études dans ce domaine s'appuient sur des recherches en amont permettant de retracer les opérations subies par les œuvres au cours du temps, recherches qui s'inscrivent dans la discipline émergente de l'histoire de la restauration.

### L'hydroxyapatite Nouveaux traitements pour la conservation des matériaux pierreux

Face aux enjeux de conservation des marbres du parc du château de Versailles, et au développement des recherches sur des produits de restauration plus « verts » pour l'environnement et ses utilisateurs, les départements Restauration et Recherche du C2RMF font force commune avec le LRMH pour évaluer et optimiser de nouveaux traitements autour de l'utilisation d'hydroxyapatite.

Les traitements phosphatés pour la conservation des pierres sont basés sur l'idée de faire réagir les ions  $\text{Ca}^{2+}$  contenus dans la pierre avec une solution de phosphate d'ammonium (contenant des ions  $\text{PO}_4^{3-}$ ). Le but est de former du phosphate de calcium à l'intérieur des pores, des microfissures superficielles et sur la surface de la pierre, avec une action cohésive et protectrice. Idéalement, le produit de la réaction est l'hydroxyapatite (HAP,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), qui est le phosphate de calcium le moins soluble. Cette recherche implique un va et vient entre laboratoire et exposition naturelle sur site, où les éprouvettes sont placées dans



leur environnement naturel sur une période de 3 ans. Les sculptures traitées également in situ dans les jardins du château de Versailles font l'objet d'un suivi régulier et la durabilité du traitement est recontextualisée face aux évolutions climatiques.

[↑]  
Application d'une solution d'hydroxyapatite sur les marbres des jardins du château de Versailles dans le cadre d'un programme de recherche en restauration des marbres en extérieur  
Pilote C2RMF: Ann Bourges, département Recherche, groupe Objets et Alexandra Gérard, département Restauration, filière Sculpture



Suivi des COV émis  
par les peintures  
commerciales  
Élaboration  
d'un protocole

Cette étude est menée en collaboration entre le département Conservation préventive du C2RMF et le laboratoire du département de la conservation de la BnF. La question des COV (composés organiques volatils) libérés par les peintures commerciales utilisées en contexte muséal (socle dans les vitrines, murs/cimaïses) interroge régulièrement les conservateurs et les chargés d'exposition. En effet, les COV peuvent être libérés en concentration importante pendant et après le séchage de certaines peintures utilisées en environnement muséal. Ils peuvent alors engendrer des altérations sur les collections, selon la nature des matériaux constitutifs des objets présentés et la durée des expositions. Suite



à la réalisation d'un protocole expérimental en laboratoire, l'objectif de ce projet est de rédiger une fiche pratique à destination des musées. Elle regroupera des informations concernant le choix des peintures, les préconisations

d'application et les temps de séchage, et sera mise en ligne sur les sites institutionnels partenaires.

[↑]  
Galerie Mazarin du musée de la BnF, site Richelieu  
Pilote C2RMF: Maroussia Duranton, département Conservation préventive



Projet SILICAGEL  
Du bon usage des gels de silice

L'utilisation des gels de silice pour assurer le contrôle passif de l'humidité relative dans des vitrines d'exposition est aujourd'hui relativement connue. Néanmoins, le recours à des systèmes actifs (type mini-climat), très consommateurs d'énergie et onéreux, reste encore privilégié. À l'heure du plan de sobriété énergétique et de l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050, il est apparu opportun de développer et de promouvoir cette technique de conservation. Le projet SILICAGEL a pour objectif la conception et la réalisation d'outils pratiques et dynamiques pour accompagner les utilisateurs de gel de silice dans le cadre d'une exposition ou d'une présentation permanente.

Ces outils prendront la forme de fiches pédagogiques et d'une application informatique, accessibles en ligne et aisés à exploiter pour les personnels de la conservation. Le projet sera mené par une équipe pluridisciplinaire regroupant restaurateurs, chargé(e)s de conservation préventive, régisseurs et scientifiques. Il est porté par les équipes du département Conservation préventive du C2RMF, en partenariat avec les équipes du CRC et du Musée de Cluny. Grâce au soutien de la Fondation des Sciences du Patrimoine, un restaurateur indépendant, Alexandre Beauné, rejoindra l'équipe projet pendant 2 ans à mi-temps.

[↑]  
Billes de gel de silice  
Pilote C2RMF: Juliette Rémy, département Conservation préventive

Synthèse de dérivés partiellement perfluorés  
Un outil prometteur pour la restauration  
de peintures de chevalet chancies

Le blanchiment est une altération observée dans les peintures de chevalet qui altère considérablement l'aspect visuel et affecte la lisibilité des peintures. Dans la zone de blanchiment, la composition picturale peut être partiellement ou totalement cachée par un voile blanc. Ce phénomène est induit par une humidité excessive ou des traitements de conservation aqueux affectant la couche de vernis naturel et/ou la couche picturale. Le doctorat d'A. Genty-Vincent et al. conduit au C2RMF en collaboration avec l'université de Cergy a révélé, par MEB-FEG, la structure très poreuse des couches de peinture à l'huile et de vernis altérées, avec des pores dont la taille varie de quelques nanomètres à quelques micromètres. D'autres études de couches de peintures blanchies par nano tomographie à contraste de phase ont indiqué que les pores se trouvaient à l'intérieur du liant organique. La formation de la porosité est proposée comme résultant d'un processus physique induit par l'hydratation de la matière micro-ségrégée. La modification de l'aspect visuel des peintures blanchies a été prouvée par modélisation informatique comme résultant de la diffusion de la lumière par les pores, ce qui constitue une avancée majeure vers une proposition de traitements de restauration adéquats pour ces peintures. En effet, les traitements de restauration ne seront efficaces et durables que s'ils remplissent ou résorbent les pores pour limiter la diffusion de la lumière. Dans la continuité, une recherche doctorale conduite par Y. Zhang et al. s'est donc attachée à synthétiser des produits chimiques perfluorés dont la structure moléculaire

possède une bonne hydrophobie ainsi qu'une grande stabilité thermique et chimique. Ainsi, divers composés de types oligodiéthylène succinamide-L-tartaramide et oligodiéthylène succinamide incorporant des segments perfluorés en C6 et des oligoamides/amines perfluorés ont été synthétisés avec succès. À l'issue des nombreux tests physicochimiques et analytiques (mesures CIE L\*a\*b\*, RMN 1H et 13C, MEB-FEG et MEB-EDS) conduits, avant et après vieillissements artificiels accélérés, afin d'évaluer l'efficacité, l'innocuité et la réversibilité de ces composés sur des matériaux picturaux de référence, deux nouveaux produits partiellement perfluorés (DSTF et DSF) ont pu être proposés comme produits de restauration pour les peintures à l'huile blanchies. Ces recherches financées par la Fondation des Sciences du Patrimoine ont donné lieu à diverses publications.

[↓]  
Portrait d'Alexandre Dumeis de Hippolyte François Debon (1807-1872), 1831  
Lieu de conservation : musée Girodet, Montargis, France  
Pilote C2RMF: Agnès Lattuati-Derieux, département Recherche



Le laser  
Un outil pour  
le nettoyage  
des peintures

Le nettoyage des peintures est une intervention de restauration irréversible qui vise à rétablir la lisibilité ainsi que l'état de présentation des œuvres. Il consiste, après le décrassage, à alléger ou à retirer les couches de vernis et de repeints altérés de façon sélective, en utilisant généralement des produits chimiques. Le laser est aujourd'hui largement utilisé pour le nettoyage de la pierre mais son application dans le domaine de la peinture, constituée de matériaux hétérogènes plus ou moins sensibles aux radiations, reste limitée. Des recherches sur les méthodes de nettoyage laser des peintures se poursuivent au C2RMF dans la continuité des travaux déjà réalisés; une thèse sur l'utilisation de l'Erbium YAG est actuellement en cours. Plusieurs campagnes de nettoyage laser ont ainsi été encadrées par les départements recherche et restauration du C2RMF, notamment sur les cadres en bois peint du retable d'Issenheim et sur la fresque du musée du Louvre (Juno au milieu des nuées). Le centre s'est également investi dans la formation des restaurateurs du patrimoine au maniement de ces instruments, en partenariat avec l'Institut du Patrimoine.

[↑]  
Test de dégagement au laser par mesure OCT  
Pilote C2RMF: Dominique Martos-Leviv, département Restauration, filière Peinture



# Chapitre 4

## Diffusion et gouvernance

# 4



Diffusion,  
communication  
et éditions

[p. 84](#)

Gouvernance

[p. 86](#)



# Diffusion, communication et éditions

## Communication

La mission communication contribue au rayonnement des projets du Centre à travers la création et la publication de contenus sur ses supports et en partenariat avec les médias. Elle identifie les meilleurs canaux de diffusion, constitue et enrichit un réseau de professionnels dans les sciences du patrimoine. Elle accompagne les musées dans leur projet de communication par un suivi documentaire des œuvres confiées au Centre.



## Séminaires, journées d'études, colloques et évènements

Le C2RMF se doit de faire connaître le plus largement possible le résultat de ses travaux de recherche, d'étude et de conservation auprès des professionnels du patrimoine. Cette diffusion est faite via différents médias dont l'organisation et la participation à des colloques, workshop, séminaires, webinaires.

Participation à des colloques et séminaires :  
38 dont 11 organisés par le Centre

## Contribution à des expositions

Si les œuvres restaurées font souvent l'objet d'expositions, les pilotes des projets sont sollicités pour y contribuer : rédaction de panneaux de médiation, validation de supports... Études et détails sur les pratiques et protocoles de restaurations sont alors présentés au public.



## Les publications du C2RMF sur HAL

Le C2RMF a créé sa collection sur la plateforme d'archive ouverte HAL en 2019 afin de renforcer sa politique de science ouverte. HAL est l'archive ouverte multidisciplinaire choisie par l'ensemble de la communauté scientifique et universitaire française pour la diffusion des savoirs : les publications du C2RMF sont ainsi accessibles, bien référencées et pérennisées pour contribuer à une science plus cumulative. En 2022, 93 publications ont été référencées dans la collection du Centre : 56 publications avec notice uniquement, 29 avec texte intégral et 8 avec un lien vers une autre plateforme d'archive ouverte. Au total, 761 articles sont référencés au 31 décembre 2022. Ils sont le reflet de la pluridisciplinarité du C2RMF dans le champ des sciences du patrimoine et des nombreuses collaborations développées en France et à l'international.



## Les éditions

Les ouvrages parus en 2022 illustrent la diversité des partenaires du C2RMF et des orientations de sa politique éditoriale.

Diffusion des résultats de la recherche : *Les Secrets de Modigliani*, aboutissement du programme de recherche pluriannuel mené avec le LAM Lille Métropole Musée d'art moderne, d'art contemporain et d'art brut dans l'exposition et l'ouvrage : *Techniques et pratiques artistiques de Modigliani*.

*Le plomb dans les matériaux vitreux du patrimoine*, ouvrage de référence, volume de l'encyclopédie Sciences des éditions ISTE.

Présentation de restaurations menées dans les ateliers peinture de la Petite écurie du roi de Versailles : *Mattia Preti, Judith et Didon restaurées* avec le musée des beaux-arts de Chambéry.

Livre hommage à Sandrine Pagès-Camagna, chercheuse du C2RMF trop tôt disparue : *Les bleus et les verts*, aux éditions Hermann.



## Formations

Le C2RMF contribue de manière active à la formation des professionnels du patrimoine français ou étrangers : les enseignements sont dispensés à l'Ecole du Louvre, à l'Institut national du patrimoine ou à l'université (CRBC Paris 1..) mais aussi à l'étranger, comme en 2022, où des agents du Centre sont intervenus à Abu Dhabi dans la licence d'archivistique de la Sorbonne. Le centre a accueilli 14 stagiaires en formation en 2022.

Nombres d'heures d'enseignement : 411

## La revue Technè

Technè poursuit ses efforts pour rejoindre les standards internationaux (relecture en double aveugle) et pour améliorer sa diffusion, notamment par la mise en ligne rétrospective progressive de ses anciens numéros (pour certains épuisés) sur son site (<https://journals.openedition.org/technè>). Le lectorat numérique continue de croître, validant le choix de la double diffusion (papier et électronique). En 2022, Technè a ouvert ses pages à un dossier thématique sur Goya (n° 53), proposant un numéro de référence sur les peintures du maître conservées dans les collections françaises. Pour honorer l'année de la minéralogie, le second numéro de l'année a été consacré à *Parures et minéraux* (n° 54).

De juin à décembre 2022 :  
34795 visites  
et 7818 téléchargements  
uniques sur [openedition.org](https://journals.openedition.org/technè)





# Gouvernance

## Gestion financière



Le service financier du C2RMF est composé de trois agents pour assurer la programmation du budget, son exécution ainsi que les travaux de fin de gestion. En 2022, près de 800 achats ont été traités par ces agents, de la demande d'achat à la demande de paiement (service fait) à travers CHORUS, l'outil financier de l'État.

Ils ont également suivi la réalisation d'une dizaine de marchés nécessaires au fonctionnement du C2RMF ou d'investissement (équipements de recherche ou pour les ateliers de restauration) ou de travaux pour la rénovation du site de Versailles, en participant à la rédaction des pièces puis en assurant leur traitement dans Chorus.

Le service financier est également chargé du suivi des ordres de mission (401 en 2022) dont 84 % en France et 16% à l'étranger pour l'année 2022 ainsi que des états de frais qui y sont liés (377 en 2022). La plupart de ces missions concernent les agents du C2RMF et pour quelques projets précis, leurs collaborateurs extérieurs. Le service financier prépare et suit également les gratifications des stagiaires du Centre (28 stagiaires en 2022).

BUDGET 2022	Programme 175	Programme 361	Budget C2RMF
Autorisations d'Engagements (AE)	3 966 932,13	621 242,43	4 588 174,56
Crédits de Paiements (CP)	3 318 994,77	788 314,89	4 107 309,66

## Gestion du personnel et du recrutement



L'année 2022 a été marquée par de nombreux mouvements des agents du ministère de la Culture : 19 procédures de recrutement avec avis de vacances ont été lancées, soit 34 nouvelles arrivées depuis 2021. Le comité de direction et l'encadrement du secrétariat général ont ainsi été quasi intégralement renouvelés.

En matière de dialogue social, trois CHSCT se sont tenus avec comme thématique majeure la prévention des risques professionnels. Ils ont été accompagnés de groupes de travail sur le télétravail et la préparation des élections professionnelles, ainsi que de visites CHSCT liées aux travaux de Versailles ou petits travaux d'amélioration à Paris.

**Équipes**  
159 personnes  
dont 147,5 ETP  
(sur un plafond de 151)  
dont 97 femmes  
et 62 hommes  
accueil de :  
11 doctorants  
et post-doctorants  
et 6 apprentis

## L'opération de remise à niveau du site de la Petite écurie du roi à Versailles : Les études de conception des ateliers du XXI<sup>e</sup> siècle



Grâce au soutien du service des musées de France de la direction générale des patrimoines, l'aile dite de Sceaux a désormais pour vocation de regrouper tous les espaces nécessaires à la restauration des œuvres dans des conditions optimales en conformité avec le niveau d'excellence que se doit d'atteindre le C2RMF. À l'extérieur, les travaux consistent au changement de toutes les menuiseries et isolation des toitures ainsi que des façades pour améliorer l'inertie du bâtiment et obtenir le label Effinergie Patrimoine. La mission concerne aussi le réaménagement intérieur pour répondre aux besoins des œuvres (circulation plus aisée, meilleures conditions de conservation...) et à l'exigence d'amélioration des conditions de travail des restaurateurs comme des agents (qualité de l'air, locaux de service...).

Ces travaux se poursuivront de l'été 2023 à la fin 2025 sous maîtrise d'ouvrage OPPIC. 2022 a donc été l'année de préparation de la libération de l'aile de Sceaux et la préparation des espaces de repli temporaire dans l'aile de Paris. Cette opération a impliqué l'aménagement d'espaces de travail pour les restaurateurs et

l'administration, sûreté/sécurité, Régie des œuvres» et sa réserve, un laboratoire de proximité et un espace imagerie, qui sont autant d'éléments indispensables au maintien d'une activité même réduite.

[4] Vue de l'extérieur de la Petite écurie du roi du site de Versailles en travaux



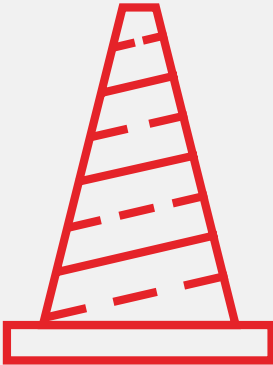
## La sécurité au travail



La démarche d'amélioration des conditions de travail a principalement abouti en 2022 au renforcement du réseau des assistants de prévention ainsi qu'au recrutement d'une conseillère de prévention des risques professionnels. L'année 2022 a également été marquée par la consolidation des collaborations déjà amorcées les années antérieures : d'une part, avec le réseau SST du Ministère et les référents Egalité, prévention des discriminations et des violences sexistes et sexuelles du C2RMF et d'autre part avec le CICRP. Ces échanges ont permis notamment de modifier certaines pratiques telles que l'élaboration des plans de prévention ou le suivi médical des agents mais aussi d'en renforcer d'autres telles que l'utilisation des équipements de protection individuelle.

Comme l'exige la réglementation, les agents ont continué d'être formés et informés en 2022 :  
• Informés via l'espace « Prévention des risques professionnels et qualité de vie au travail » dans Osmose, des affichages sur les panneaux dédiés ainsi qu'à travers des brochures mises à disposition des agents dans les lieux de convivialité. Des flashs Prévention ont également été diffusés par la Cellule Communication sur des thématiques précises telles que le plan de prévention, le travail sur écran, etc.  
• Formés grâce au service Ressources Humaines en lien avec le Service Formation du Ministère : formation « rince-oeil, défibrillateur, doigts coupés », habilitation électrique, le risque chimique : la responsabilité de chacun, etc.

Parmi les formations dispensées, la formation dédiée à la prévention des discriminations et violences sexistes et sexuelles en milieu professionnel et pilotée par les deux référents dédiés, a touché un grand nombre d'agents du C2RMF, l'objectif cible étant l'ensemble de l'établissement.





Photographies  
[p. 6] C2RMF - Vanessa Fournier, C2RMF - Delphine Valmalle, C2RMF - Dominique Martos-Levif,  
[p. 7] C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Jocelyn Perillat-Mercerot, C2RMF - Vanessa Fournier, Archéovision  
[p. 10-11] C2RMF - Antoine Merlet, C2RMF - Elsa Lambert, C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Michel Bourguet  
[p. 14] C2RMF - Marie Courselaud  
[p. 15] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 17] C2RMF - Vanessa Fournier, Vincent Detalle-CY Paris-Cergy Université  
[p. 20-21] C2RMF - Jocelyn Perillat-Mercerot  
[p. 23] C2RMF - Philippe Salinson  
[p. 24] C2RMF - Antoine Merlet  
[p. 25-26] C2RMF - Hugo Plumel  
[p. 27] C2RMF - Jocelyn Perillat-Mercerot, C2RMF - Julie Rolland  
[p. 29] Sébastien Clouet  
[p. 30] Eng Tola, C2RMF - Yannick Vandenberghe  
[p. 31] C2RMF - Thomas Calligaro  
[p. 32-33] C2RMF - Antoine Merlet, C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Jean-Louis Bellec, C2RMF - Thomas Clot  
[p. 35] C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Elsa Lambert  
©Jastrow - CC BY 4.0  
[p. 36] C2RMF - Jean-Louis Bellec  
[p. 37] C2RMF - Vanessa Fournier, C2RMF - Éric Laval  
[p. 38] C2RMF - Laurence Clivet, C2RMF - Eric Laval  
[p. 39] C2RMF - Philippe Salinson  
[p. 40] C2RMF - Laurence Clivet  
[p. 41] C2RMF - Thomas Clot  
[p. 43] C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Philippe Salinson

[p. 44] C2RMF - Elsa Lambert  
[p. 45] C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Dominique Martos-Levif  
[p. 46] C2RMF - Thomas Clot  
[p. 47] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 48] C2RMF - Anne Chauvet  
[p. 49] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 51] C2RMF - Michel Bourguet, C2RMF - Oriane Lavit  
[p. 52] C2RMF - Juliette Rémy, C2RMF - Philippe Salinson  
[p. 53] C2RMF - Vanessa Fournier, C2RMF - Thomas Clot  
[p. 55] C2RMF - Parisse Gerald  
[p. 56] C2RMF - Anne Maigret, C2RMF - Elsa Lambert  
[p. 57] C2RMF - Thomas Clot  
[p. 59-60] C2RMF - Antoine Merlet, [p. 62-63] C2RMF - Antoine Merlet, C2RMF - Anne Maigret, C2RMF - Michel Bourguet  
[p. 65] C2RMF - Philippe Salinson, C2RMF - Noëlle Timbart  
[p. 66] C2RMF - Gilles Bastian  
[p. 67] C2RMF - Anne Maigret  
[p. 68] C2RMF - Alexis Komenda, Antoine Merlet  
[p. 69] C2RMF - Anne Maigret  
[p. 71] C2RMF - Philippe Salinson  
[p. 72] C2RMF - Alexis Komenda, C2RMF - Michel Bourguet  
[p. 73] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 75] C2RMF - Noëlle Timbart  
[p. 76] C2RMF - François Mirambet  
[p. 77] C2RMF - Antoine Merlet  
[p. 79] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 80] BnF - Valentin Rottier, Inp - Ghyslain Vanneste  
[p.81] C2RMF - Dominique Martos-Levif, C2RMF - Philippe Salinson  
[p. 82-83] C2RMF - Antoine Merlet, C2RMF - Vanessa Fournier, C2RMF - Alexis Komenda  
[p. 84-85] C2RMF - Vanessa Fournier  
[p. 87] C2RMF - Bastian Viscaino

Directeur de la publication  
Jean-Michel Loyer-Hascoet

Direction éditoriale  
Hugo Plumel et Vanessa Fournier

Conception graphique  
Jean-Charles Bassenne



PARIS

Site du Carrousel:

Palais du Louvre

Porte des Lions

Porte Jaujard

14, quai François Mitterrand, +33 (0)1 40 20 24 20

75001 Paris

+33 (0)1 40 20 56 52

Entrée du site de Flore:

Pavillon de Flore

Palais du Louvre

Porte Jaujard

+33 (0)1 40 20 24 20

VERSAILLES

Site de Versailles:

Petite écurie du roi

2, avenue Rockefeller

CS 50505

78000 Versailles

+33 (0)1 73 95 39 00

