

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

Méthodologies  
d'évaluation  
et applications

SilvanaEditoriale

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

**Méthodologies d'évaluation  
et applications**

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

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

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

**Actes du colloque**

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

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

**Traductions**  
Clarisse Le Mercier, Camila Mora



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

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

#### Comité scientifique

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

#### Comité d'organisation

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

#### Remerciements

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



Avec le mécénat de







## Sommaire

### 01

- 12 Évaluation des collections et évaluation des risques :  
méthodologies et applications
- 16 Les exigences fondamentales pour une gestion  
des risques de conservation pour les demeures historiques  
ROBERT WALLER
- 26 L'évaluation des risques dans les demeures historiques :  
approches et avantages  
AGNES W. BROKERHOF
- 40 L'évaluation en conservation préventive, à la quête de valeurs  
DENIS GUILLEMARD
- 48 Un doute raisonnable : associer les données relatives aux risques  
et à l'état de conservation afin de pouvoir établir un diagnostic  
JOEL TAYLOR
- 60 La vie après une évaluation des risques et de l'état  
de conservation d'une collection  
AMBER XAVIER-ROWE
- 78 Les enjeux de la recherche en conservation préventive  
appliquée aux demeures historiques  
BÉATRIX SAULE
- 84 Le programme EPICO : la conservation préventive  
dans les demeures historiques et les châteaux-musées  
DANILO FORLEO
- 90 Étude comparative des méthodes d'évaluation :  
tests *in situ* et analyse critique dans le cadre du programme EPICO  
AGNIESZKA LAUDY, AGNIESZKA PAWLAK, NOÉMIE WANSART

- 102 Les indicateurs d'altération : un élément clé de la méthode d'évaluation.  
Objectifs et recherche  
ROBERTA GENTA, MARCO NERVO
- 110 La méthode d'évaluation EPICO : un outil pour la priorisation des actions  
de conservation préventive dans les demeures historiques  
DANILO FORLEO, NADIA FRANCAVIGLIA

## 02

- 122 De l'évaluation à la planification : la gestion de la  
conservation préventive dans les demeures historiques
- 126 Évaluer les collections : une méthodologie flexible  
BIANCA FOSSÀ, MARTA GIOMMI
- 138 Un musée menacé : la gestion des risques climatiques  
à l'intérieur du château de Heeswijk  
BART ANKERSMIT, MARC STAPPERS
- 152 La conservation préventive dans les musées du Vatican  
VITTORIA CIMINO, MARCO MAGGI
- 164 L'entretien des collections du château de Versailles :  
un exemple particulier, les collections textiles présentes et à venir  
ÉLISABETH CAUDE, THALIA BAJON-BOUZID
- 174 Les stratégies de conservation pour les demeures historiques-musées  
fondées sur la prévention : le contexte brésilien  
CLAUDIA S. RODRIGUES DE CARVALHO
- 186 Les stratégies préventives mises en œuvre pour le château  
de Neuschwanstein  
TINA NAUMOVIĆ
- 194 La mise en œuvre d'une évaluation globale des arts graphiques  
et photographiques  
AGNOKO-MICHELLE GUNN
- 197 TABLE RONDE 1  
Expériences de conservation préventive et travaux dans  
les demeures historiques publiques et privées
- 198 Présentation du projet SiLK. Guide pour la protection des biens culturels  
ALMUT SIEGEL



- 200 Conserver dans les demeures habitées  
BEN COWELL
- 202 *Monumentenwacht* Interieur... Qui ? Quoi ? Pourquoi ?  
AN BREYNE
- 204 La conservation préventive à la Villa Reale de Monza :  
stratégies et outils pour une planification à long terme  
STEFANO DELLA TORRE, ALESSANDRO LAI, ROSSELLA MOIOLI,  
ALESSANDRA PILI, ELEONORA ROSSO
- 207 TABLE RONDE 2  
Conservation préventive et enveloppe architecturale :  
protocoles d'entretien
- 208 La conservation préventive des parements en pierre des grandes  
façades du palais royal de Caserte  
FLAVIA BELARDELLI
- 210 Étude sur les faiblesses structurelles du Palais  
présidentiel portugais  
PEDRO NUNES DE BRITO SERRA VAZ,  
BÁRBARA LHANSOL DA COSTA MASSAPINA VAZ
- 213 Les méthodes d'entretien traditionnelles pour la préservation  
du bâti des maisons vernaculaires dans le village  
des tisserands de Paithan, Maharashtra  
RUICHITA BELAPURKAR
- 217 TABLE RONDE 3  
Conservation préventive et gestion du climat  
dans les demeures historiques
- 218 Les directives environnementales internationales et les collections  
dans les demeures historiques et les châteaux-musées  
SARAH STANIFORTH
- 220 « Raison et sentiment ». Le contrôle microclimatique  
et la conservation préventive dans les demeures historiques :  
le cas de Villa Necchi Campiglio, à Milan  
VERONICA AMBROSOLI, AURORA TOTARO
- 223 Le suivi climatique du corps central sud du château de Versailles.  
L'identification des seuils de risque pour les collections  
DANILO FORLEO

- 225 Les états et les conditions de conservation des collections  
au musée historique de Villèle, île de La Réunion  
PHILIPPE GÆRGEN, AURÉLIE MAC LUCKIE, JOCELYN PÉRILLAT,  
NATACHA PROVENSALE
- 229 **TABLE RONDE 4**  
**Conservation préventive et lumière**  
**dans les demeures historiques**
- 230 Équilibrer la gestion des risques pour la conservation  
et l'amélioration de l'éclairage dans les palais  
royaux historiques  
KERREN HARRIS, KATHRYN HALLETT, VICTORIA RICHARDS,  
CONSTANTINA VLACHOU-MOGIRE, KATE FRAME
- 233 Une cartographie globale : documentation par image  
en time-lapse à l'aide de caméras GoPro™.  
NICHOLAS KAPLAN, PATRICIA SILENCE, JOELLE WICKENS,  
EMILY WROCZYNSKI
- 236 L'influence de la lumière artificielle  
sur les demeures historiques  
ROB VAN BEEK
- 239 **TABLE RONDE 5**  
**Conservation préventive et entretien**  
**des collections**
- 240 Le bilan sanitaire des tapisseries déposées par le Mobilier national :  
l'exemple du Sénat  
THOMAS BOHL
- 242 La conservation préventive à la Villa La Pietra :  
gestion, collaboration, formation  
FRANCESCA BALDRY, HANNELORE ROEMICH
- 245 La réponse est-elle 42 ? La mise au point d'un indicateur  
de performance pour la conservation préventive  
KATY LITHGOW
- 248 La conservation préventive au château de Schönbrunn :  
conservation préventive d'une collection hétérogène  
ELFRIEDE IBY



- 251 Het Huys ten Donck : les mesures pour l'entretien  
professionnel des collections  
IRIS BROERSMA, CATHARINA GROENINX VAN ZOELLEN,  
MARTINE POSTHUMA DE BOER

## 03

- 254 Les sciences appliquées à la conservation préventive  
des collections *in situ* : un support essentiel pour le  
diagnostic et les actions de conservation
- 258 Utiliser la science pour évaluer et prédire la réponse des objets  
dans les environnements des demeures historiques  
DAVID THICKETT, VLADIMIR VILDE, PAUL LANKESTER,  
EMMA RICHARDSON
- 272 La surveillance à vues multiples des modifications  
dimensionnelles des panneaux en bois dues aux fluctuations climatiques  
au château de Linderhof  
KRISTINA HOLL, MAX RAHRIG, KATRIN JANIS
- 284 La surveillance d'émission acoustique des meubles baroques  
comme outil de diagnostic pour l'introduction d'une veille climatique  
dans une demeure historique  
NIGEL BLADES, KATY LITHGOW, MARTHA INFRAY, LISA O'HAGAN,  
MARCIN STROJECKI
- 296 L'atelier expérimental « Patrimex » au château  
de Fontainebleau  
EMMANUEL POIRAULT, CHRISTINE ANDRAUD
- 302 L'évaluation des risques de dégradation mécanique des peintures  
ALAIN ROCHE
- 312 La recherche mécanique appliquée à la conservation préventive :  
prochaine étape ?  
ŁUKASZ BRATASZ
- 313 L'expérience de terrain pour étudier les réactions de certains objets  
aux variations climatiques  
MICHAŁ LUKOMSKI

# Préface

Poser un regard neuf, global sur le sujet de la conservation des collections exposées dans les demeures historiques, tel était l'objectif du colloque international qui s'est déroulé au château de Versailles du 29 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2017. Ce n'est qu'en observant en même temps les œuvres, les décors, l'architecture et le fonctionnement quotidien de ces monuments que l'on peut comprendre les transformations qui s'y produisent insensiblement, pour tenter de préserver ce « présent éternel », cher à Cesare Brandi, et d'« échapper à la prise du temps ».

En 2014, le château de Versailles et son Centre de recherche ont amorcé le programme de recherche EPICO, *European Protocol In Preventive Conservation*, afin d'envisager la conservation préventive des demeures historiques de manière plus globale. C'est tout naturellement que le château s'est alors tourné vers l'Association des résidences royales européennes, à la fois pour assurer la diffusion du programme et pour réunir des partenaires partageant les mêmes interrogations. Le château-musée du roi Jean III à Wilanów (Varsovie) et le Centre de conservation-restauration de La Venaria Reale (Turin) se sont aussitôt lancés dans l'aventure. Rendez-vous avait alors été pris pour présenter fin 2017 les résultats de ce programme mais aussi les expériences similaires à travers le monde.

Organiser ces trois jours d'échange à Versailles avec l'Association des résidences royales européennes, qui réunit aujourd'hui plus de quatre-vingt-dix châteaux-musées dans quinze pays d'Europe, était tout naturel. Et pour s'inscrire dans le sillage du beau succès rencontré par la conférence consacrée à « L'authenticité dans la conservation des demeures historiques » en octobre 2014, le Comité international pour les demeures historiques-musées (ICOM – DEMHIST) a souhaité collaborer à ce projet.



L'ambition du colloque était d'amorcer une nouvelle conception de la conservation préventive dans les demeures historiques et les châteaux-musées, en rassemblant les retours d'expérience et les recherches récentes, y compris dans les sciences dites dures, qui ont ouvert des pistes nouvelles, des musées du Vatican à la Yale University, en passant par les châteaux de Berlin-Brandebourg.

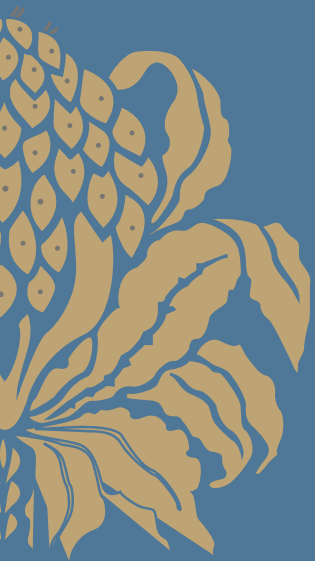
Le Fonds Pascal du ministère de la Culture, ainsi que sept mécènes internationaux – Arden-Plast, Boston University, Polygon, Testo, Abiotec, Ilti Luce et CTS –, que nous tenons à remercier, en ont permis la concrétisation.

Cependant, le succès de ce colloque, qui a rapidement affiché complet, fut une surprise. Les professionnels mais aussi les particuliers étaient au rendez-vous, rendant les échanges intenses et passionnants, notamment lors des tables rondes. Des spécialistes reconnus de la conservation préventive, tels que le Musée canadien de la nature d'Ottawa, l'English Heritage, ont pu dialoguer avec le Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, l'Agence culturelle des Pays-Bas, mais aussi des structures plus lointaines comme la Fondation Casa de Rui Barbosa au Brésil ou l'Indian Heritage Cities Network, basé à Mysore.

Si le monde anglo-saxon, sensible à ces questions depuis déjà plusieurs décennies, l'Italie, l'Allemagne et la France étaient bien représentés, nous nous réjouissons d'avoir vu la collaboration de spécialistes venus de quatre continents.

Les problématiques sont communes et ces échanges nous rappellent le caractère universel des questions de préservation du patrimoine, qui n'aurait pas déplu aux philosophes du siècle des Lumières.

*Catherine Pégard  
Laurent Salomé*



01

Évaluation  
des collections  
et évaluation  
des risques :  
méthodologies  
et applications

**L**a conservation préventive a été beaucoup étudiée depuis quelques décennies, néanmoins, on constate l'absence d'une méthode d'évaluation dédiée aux collections des demeures historiques qui soit en mesure de rendre une image globale des causes des dégradations et des actions correctives conséquentes.

*Comment observer les décors, les collections, les altérations, pour que l'ensemble des facteurs de dégradation nous paraisse clair et hiérarchisé selon l'importance de leurs impacts ?*

Ce classement est essentiel car il doit nous guider dans la formulation du diagnostic, la priorisation des actions et la rationalisation des ressources financières.

*Parmi les quelque mille salles d'un château comme Versailles, comment déceler celles qui présentent le plus de risques ?*

La clé est la méthode : la manière d'observer, collecter, traiter et restituer l'information découlant de nos constats d'état et de l'analyse des conditions de conservation.

Dans les années 1990, les méthodes d'évaluation des collections ont fait leurs apparitions. Issues du domaine des entreprises et de la finance pour le calcul du risque et des études démographiques, les méthodes d'évaluation ont surtout été développées pour les collections des musées, des archives et des réserves.

Pour la première fois, les collections des demeures historiques sont au cœur de la réflexion et de l'échange grâce à la participation d'experts internationaux qui ont fait de la méthodologie d'évaluation leur activité majeure. Ces professionnels, appelés à intervenir au cours de cette première journée de colloque, décrivent leurs différentes approches et les résultats obtenus au cours de plusieurs années d'expérimentation.

Ces expériences représentent l'*incipit* de la recherche du programme EPICO et servent d'introduction à la présentation de la nouvelle méthode d'évaluation EPICO, élaborée par l'Établissement public du château, du musée et du domaine national de Versailles en partenariat avec quatre autres institutions européennes. Les origines, le développement et les résultats du programme sont présentés par l'équipe européenne ayant travaillé sur




l'analyse comparative, le test de différentes méthodes d'évaluation et ensuite l'élaboration de la méthode EPICO, spécifiquement conçue pour les collections des demeures historiques. Deux axes sont particulièrement mis en valeur dans ce nouveau processus d'évaluation : la relation de cause à effet des altérations, recherchée dans le système de calcul des agresseurs afin de pouvoir hiérarchiser et justifier les priorités d'intervention en fonction de l'importance des altérations occasionnées sur les œuvres ; l'identification des critères distinctifs des demeures historiques et des châteaux-musées pour l'élaboration d'un système d'échantillonnage statistique auquel il faut avoir recours lors d'une évaluation de demeures et collections très étendues.

### **Thèmes**

1. L'école anglo-saxonne sur les risques : le socle théorique de l'évaluation appliquée au patrimoine ; la simplification du modèle de Robert Waller et de Stefan Michalski ; l'application de l'évaluation des risques aux musées et demeures historiques.
2. La formation en France, l'évaluation des collections et le constat d'état.
3. Le croisement des deux approches. Théorie et applications pratiques.
4. Le programme EPICO : résultats de la recherche, présentation de la méthode EPICO.





## SESSION 1

### **Modérateur**

Sarah Staniforth

*Ancienne présidente de l'IIC,  
Institut International  
pour la Conservation*

### **Interventions de**

Florence Bertin

Agnes W. Brokerhof

Denis Guillemard

Joel Taylor

Robert Waller

Amber Xavier-Rowe

Détail de l'impériale  
de la chambre de la Reine  
en cours de dépoussiérage,  
château de Versailles.  
© Groupement Vrinat



# Les exigences fondamentales pour une gestion des risques de conservation pour les demeures historiques

## Résumé

L'évaluation des risques est un processus mis en œuvre pour comprendre la nature des phénomènes dangereux et pour déterminer le niveau de risque. Appliquée à la conservation préventive, elle quantifie la perte de valeur attendue pour un bien culturel. On pense généralement que la qualité de l'analyse du risque dépend des incertitudes dans les mesures ou les estimations des facteurs de risque. On imagine également que l'utilité de l'analyse de risque dépend surtout de l'exactitude, voire du moins, à tort, de la précision, des mesures de risque. La compréhension de l'analyse de risque fondamentale ainsi que l'expérience de la gestion de risque pratique démontrent que la précision de la mesure de l'amplitude du risque est moins importante qu'un modèle de système sous-jacent utile pour l'évaluation comme pour la gestion de risque. Des modèles sous-jacents peuvent être construits pour clarifier la compréhension des risques avec une référence particulière à l'une des dimensions : temps, espace ou population. Pour la protection des demeures historiques et leur contenu, chacun de ces modèles a une valeur. Les modèles axés sur le temps sont mieux illustrés par les prévisions de mauvais temps et d'inondations. Les modèles de risques des biens culturels axés sur l'espace sont exemplifiés par la Carte des risques du patrimoine culturel italien, mais ils sont en train d'être développés au grand bénéfice du bâtiment où ils peuvent identifier des lieux présentant un risque élevé pour le bâtiment, pour son contenu, ou bien pour les deux. Pour les contenus du bâtiment, et dans une moindre mesure pour les composants du bâtiment, un modèle axé sur la population, tel que le Modèle d'Analyse du Risque des Biens Culturels (CPRAM), est le plus approprié et le plus utile. Dans ce modèle, le terme « population » désigne des éléments des collections ou des mesures des composants d'un bâtiment. Une approche d'évaluation et de gestion des risques pour la protection des demeures historiques doit inclure les caractéristiques, et donc les avantages, de chacune de ces approches de modélisation. En outre, il doit être à la fois complet, afin de ne pas détourner les ressources pour les risques non identifiés mais sérieux, et instructif pour tous les secteurs et systèmes influant sur la conservation.

## Robert Waller

Senior Risk Analyst,  
Musée canadien de la nature,  
Ottawa, Canada  
Président de Protect  
Heritage Corp.  
rw@protectheritage.com

## Mots clés

Conservation préventive, analyse des risques, évaluation des risques, gestion des risques.

Pour survivre et conserver leurs valeurs authentiques au fil du temps, les demeures historiques doivent se prémunir contre de nombreux risques, certains sont faciles à comparer entre eux, permettant ensuite de décider où il faut offrir une protection accrue. Par exemple, la protection

*Fig. 1*

Des fragilités aussi différentes que celles de la porcelaine délicate et de la pierre massive entrent dans le cadre de la gestion des risques des demeures historiques.

(Source : 123rf.com)



contre le contact des visiteurs avec une porcelaine délicate sera toujours jugée plus importante que la protection contre le contact des visiteurs avec un tour de cheminée (Fig. 1). Étant donné le même niveau de soin dans la protection de ces objets contre les dommages physiques dus au contact des visiteurs (gestion des risques), nous nous attendions à beaucoup plus de dommages à la porcelaine qu'à la cheminée (évaluation des risques).

Néanmoins, de nombreux risques à évaluer et à gérer sont plus difficiles à comparer. La décoloration de nombreux matériaux induite par la lumière dans une demeure peut engendrer une expérience pour le visiteur qui ne transmet pas le sentiment de richesse que l'espace possédait autrefois et qu'il est toujours destiné à transmettre. Les dommages venant de la lumière sont graduels mais progressifs et cumulatifs. À l'autre extrême, les bâtiments historiques peuvent être complètement perdus, littéralement du jour au lendemain, dans un incendie catastrophique. Il faut considérer la valeur comme une émotion positive chez les visiteurs. Il est difficile de comparer la perte prévue au fil du temps due à la survenance d'un incendie majeur avec la perte de valeur attendue due à la dégradation continue de l'intérieur (évaluation des risques) (Fig. 2). Cependant décider de l'importance et de l'intérêt d'améliorer la protection contre chacun de ces éléments (gestion des risques) nécessite de connaître leur importance relative.

Lorsque nous comparons plus de deux risques différents, nous devons avoir une mesure de chacune des centaines de risques distincts que nous voulons gérer. Souvent ces mesures de risque requièrent des jugements experts issus de nombreuses sources. Ces jugements experts sont rassemblés à l'aide du langage mathématique, dans ce cas le Modèle d'Analyse de Risque des Biens Culturels (CPRAM), avec des ratios. Le contrôle des



Fig. 2

Des risques aussi divers que la destruction totale par le feu et la décoloration due à la lumière doivent être pris en compte et évalués.

Mary Perrin (1737-1815), Roxbury, Massachusetts, 1750, laine, soie et fils métalliques sur lin.

Achat du Winterthur Museum avec des fonds fournis par le Cercle de collectionneurs Henry Francis du Pont 2016.66.

À gauche, le recto montrant des couleurs vives ; à droite, le verso, décoloré par la lumière, tel qu'on peut le voir exposé.

(Courtoisie de Winterthur)



risques peut également être entre les mains de différents spécialistes. Les dommages de la lumière sont contrôlés par les conservateurs-restaurateurs et les préposés aux salles, tandis que la protection contre les incendies est assurée par de nombreuses personnes ; cependant la plupart sont contrôlées par la direction du domaine.

### Exigences fondamentales

Cet article se concentre sur les « exigences fondamentales » pour l'analyse des risques et les méthodes de gestion des risques appliquées à la conservation préventive dans les demeures historiques. Les deux exigences fondamentales considérées comme les plus importantes pour la gestion des risques sont les suivantes : premièrement, être le plus informatif possible et, deuxièmement, être suffisamment complet.

Par *informatif*, nous voulons dire fournir comme résultat des informations *utiles* et *exploitables*. Cette information pourra ensuite être appliquée aux systèmes de gestion, fournie à toutes les personnes pouvant influencer sur la conservation et aider à notre compréhension fondamentale de ce que



nous entendons par conservation préventive, gestion de la conservation, analyse des risques, etc.

Par *complet*, nous voulons dire tous les risques, en tenant compte de tous les facteurs importants, et en impliquant toutes les personnes qui influencent la conservation.

### Informatif

À ce stade, il est important pour nous de bien définir le sens utilisé ici pour le terme *système*. Chacun de nous est composé de nombreux systèmes – squelettique, nerveux, circulatoire, etc. (Fig. 3a). Un système est simplement une construction de parties et de leurs relations pour servir un objectif. Avant de poursuivre votre lecture, réfléchissez à la complexité, à l'indépendance partielle et aux interdépendances de ces systèmes au sein de notre corps.

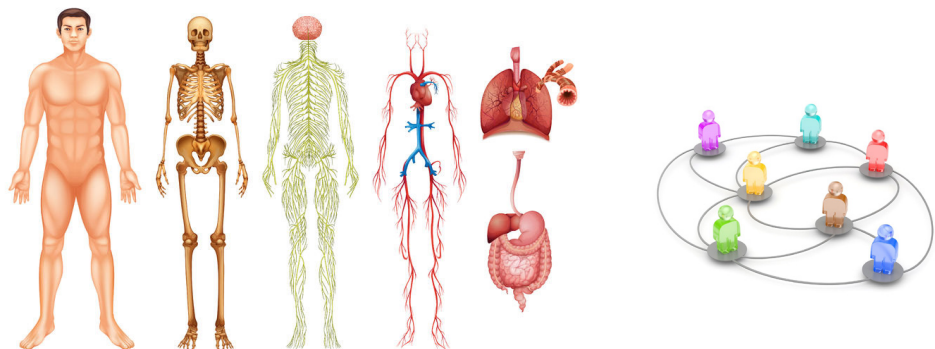
Les organisations, tout comme chacun de nous, contiennent également des systèmes quelque peu complexes, indépendants et interdépendants (Fig. 3b). Le système de conservation préventive (garantie de la conservation ou gestion du risque) n'est qu'un parmi de nombreux systèmes, même s'il est important. Ces systèmes sont composés à la fois de personnes (ci-après dénommées acteurs) et de conventions et règles régissant leurs actions et leurs interactions. Un système efficace de gestion des risques doit informer à la fois les systèmes et les acteurs de manière à guider leurs décisions et leurs actions. Une communication efficace des risques exige que nous reconnaissons que le fait d'informer des systèmes et des personnes constitue des défis différents.

Considérons, par exemple, le château de Versailles, qui est l'une des institutions patrimoniales les plus complexes de France et probablement d'Europe. Si la conservation des collections mobiles est la principale responsabilité du département de la conservation, la conservation du décor et des structures architecturales est l'objectif du département de l'architecture. Mais de nombreuses décisions concernant la conservation doivent être discutées avec ces deux départements, et aussi avec le département du développement culturel qui est chargé de la gestion et de l'organisation des visites. Il est essentiel que l'évaluation des risques prenne en compte toutes ces composantes et perspectives et qu'elle informe de manière significative les systèmes et les acteurs dans tous ces domaines.

Fig. 3

À gauche, les corps sont des assemblages de nombreux systèmes. (Source : 123rf.com)

À droite, les organisations sont également des assemblages de nombreux systèmes. (Source : 123rf.com)





Un système de conservation du patrimoine doit être défini dans le contexte des systèmes associés [Waller, 2002 ; Waller, 2003]. Les trois systèmes qui composent la gestion du patrimoine sont les plus étroitement liés (Fig. 4) :

- Développer : accumuler, enrichir ou valoriser le patrimoine.
- Conserver : préserver la valeur patrimoniale en s'appuyant largement sur l'analyse des risques.
- Utilisation : interagir avec le patrimoine pour apporter des avantages à la société.

Les résultats de l'évaluation des risques ont de la valeur pour de nombreux autres systèmes au sein de l'institution, notamment, comme indiqué ici, pour guider les décisions en matière de transfert des risques par le biais d'une couverture d'assurance négociée.

Bien que les approches de gestion des risques soient elles-mêmes des systèmes, elles ne doivent pas être des systèmes de type commandement et contrôle. Elles impliquent des réseaux relativement lâches d'acteurs, non indépendants mais généralement non étroitement liés à l'objectif de la gestion des risques. Nous comptons sur l'expertise de nombreux types de professionnels pour contrôler les facteurs influençant les risques pour les collections. Notre défi n'est pas de contrôler ou de diriger leurs activités mais de les informer sur la manière dont les problèmes qu'ils contrôlent vont influencer les risques du patrimoine.

Un exemple est la manière dont l'évaluation des risques du Musée canadien de la nature (CMN) a informé les gestionnaires des infrastructures, permettant ainsi à ce groupe d'exercer son jugement professionnel pour orienter efficacement leurs ressources de manière à réduire les risques pour les collections.

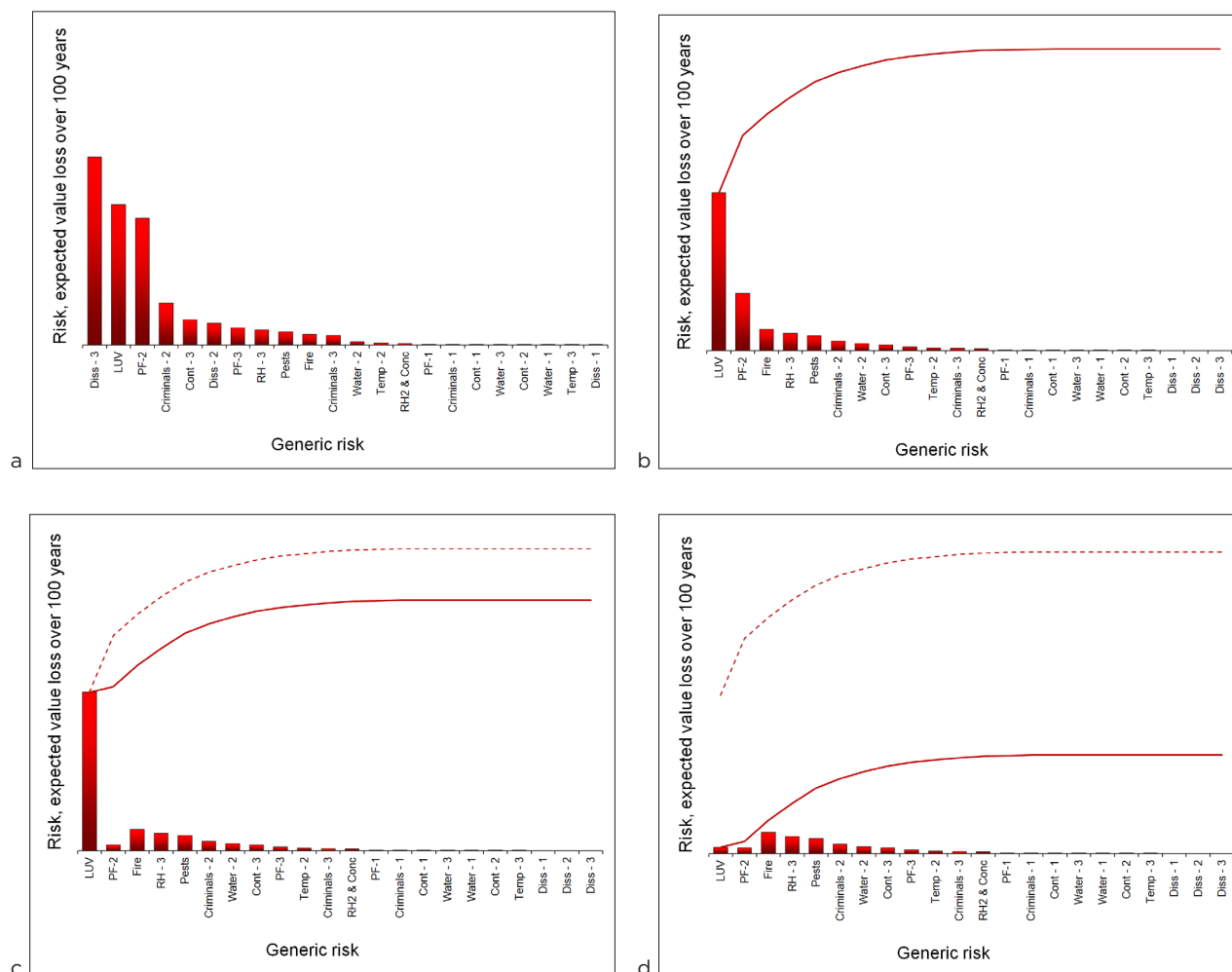
La Fig. 5a montre l'amplitude des risques en 1998 (ampleur exprimée en tant que perte de valeur attendue au cours des cent prochaines années) des collections par risque générique. Cela a une utilité limitée pour la gestion des infrastructures car sont inclus de nombreux risques complètement en dehors de ce que les départements contrôlent ou même influencent. La Fig. 5b montre la distribution de l'amplitude du risque générique pour 1998 après filtrage, afin de décrire uniquement quelle partie de chaque risque générique la direction des infrastructures est capable de contrôler ou d'influencer. Les amplitudes de risque restantes (filtrées) seraient contrôlées ou influencées par d'autres groupes, tels que la conservation, l'enregistrement, etc. La ligne continue vers le haut du graphique illustre l'amplitude de risque totale cumulée pour l'ensemble des risques génériques. Elle sert de référence pour décrire les réductions de l'amplitude globale du risque.

La Fig. 5c illustre la répartition de l'amplitude des risques liés à la gestion des infrastructures cinq ans plus tard (2003), après que la direction des infrastructures a été en mesure de s'occuper des problèmes de force physique qui pouvaient être atténués. Au cours de ces années, la direction des infrastructures et la science de la conservation ont travaillé pour définir des options visant à évaluer les risques, les coûts et les avantages de réduire



Fig. 4  
Le système de gestion du patrimoine comprend trois sous-systèmes principaux. (© Protect Heritage Corp.)

Fig. 5  
a) Amplitude des risques pour les collections du CMN par risque générique en 1998 ;  
b) amplitude des risques pour les collections du CMN par risque générique en 1998 après filtrage pour ne conserver que les risques contrôlés par la gestion des infrastructures ;  
c) amplitude des risques pour les collections CMN par risque générique en 2003 après filtrage pour ne conserver que les risques contrôlés par la gestion des infrastructures ;  
d) amplitude des risques pour les collections CMN par risque générique en 2008 après filtrage pour ne conserver que les risques contrôlés par la gestion des infrastructures. Pour permettre une mise à l'échelle plus claire, les risques spécifiques aux collections conservées avec des fluides ont été exclus. Seules les amplitudes de risques relatifs sont indiquées, car elles transmettent toute la signification et gardent la confidentialité. (© Protect Heritage Corp.)



l'exposition des collections à la lumière dans les réserves. La Fig. 5d montre la répartition des risques liés à la gestion des infrastructures en 2008 après la mise en œuvre d'une stratégie de réduction des dommages causés par la lumière. Il est évident que la direction des infrastructures a pu concentrer ses efforts et ses ressources en vue de réduire considérablement le risque global des collections. Sans doute, le groupe de gestion des infrastructures du CMN a fait un travail remarquable en réduisant le niveau de risque qu'il pouvait influencer.

Enfin, en plus de façonner les priorités institutionnelles, la gestion des risques des biens culturels peut également avoir une incidence sur la compréhension de base à un niveau individuel ainsi que dans le domaine de la conservation.

Sur la base de centaines d'évaluations de risque terminées ou référencées, la grande majorité présente la forme de profil de risque décrite de manière idéale à la Fig. 6, ainsi qu'à la Fig. 3. La Fig. 6a montre une répartition idéale de Pareto indiquant que 80 % du risque est associé à seulement 20 % des risques génériques. Parfois, nous trouvons une répartition encore plus asymétrique

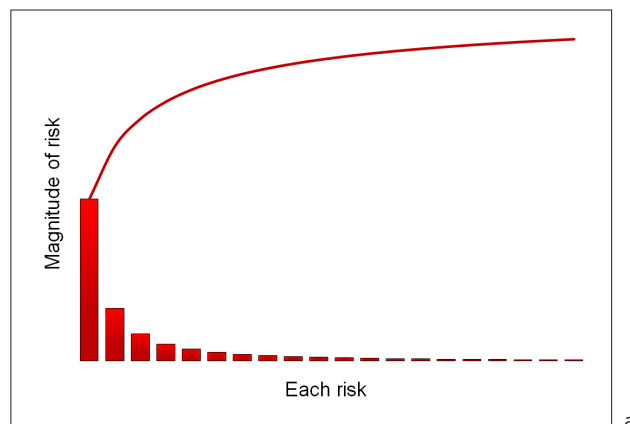
où 90 % du risque est associé à seulement 10 %, voire moins, des risques génériques (Fig. 6b). Ce qui n'a jamais été rencontré est la forme illustrée à la Fig. 6c, où il existe de nombreux risques génériques d'amplitude similaire. Pourtant, les choix et les comportements observés dans le domaine de la conservation préventive, y compris ceux que l'auteur a notés au cours de réflexions sur soi, indiqueraient une croyance sous-jacente, bien que tacite, que les amplitudes des divers risques liés aux ressources culturelles sont bien mieux réparties qu'elles ne le sont réellement.

### Complet

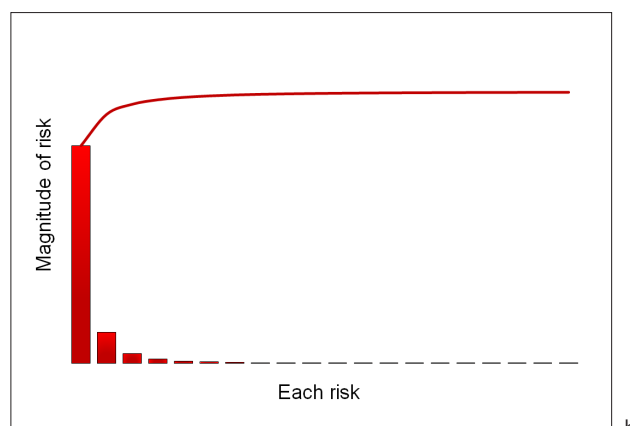
Si nous considérons la deuxième exigence fondamentale, celle d'être complet, nous devons envisager d'être complet en ce qui concerne le bien patrimonial à l'étude, les valeurs et les risques.

Pour ce qui concerne le bien patrimonial à l'étude, il est essentiel de définir clairement ce qui est considéré ou non comme « inhérent au périmètre » de l'évaluation de risques. Pour les propriétés historiques, cela signifierait préciser si, à grande échelle, l'architecture paysagère et les jardins sont inhérents à ce périmètre ; à une échelle moyenne, si tous les éléments d'un bâtiment, y compris les fondations, les systèmes mécaniques, etc., entrent dans son champ d'application ; à l'échelle de détail, si tous les meubles et objets des collections sont inhérents ou si certains sont considérés comme des accessoires non durables.

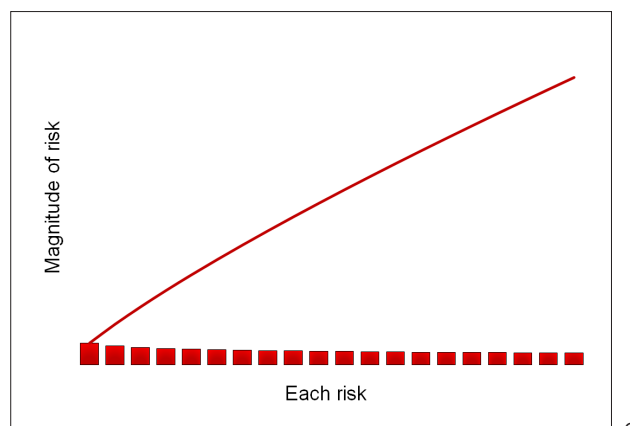
Après avoir clarifié le champ d'application des éléments matériels inclus dans l'évaluation, il convient d'aborder la question de savoir quelles valeurs doivent être protégées. Les objets inanimés n'ont pas eux-mêmes de valeur isolée comme les êtres sensibles. Les valeurs résultent du fait que des personnes, individuellement ou en tant que groupes sociaux, attachent des significations à des éléments (voir, par exemple, Importance 2.0 [Russell et Winkworth, 2009]). La conservation préventive tenant compte des risques reconnaît désormais clairement que sa responsabilité est de préserver les valeurs actuelles et futures du patrimoine suffisamment pour ralentir, ou arrêter les modifications physiques, structurelles et chimiques des éléments du patrimoine [Luger *et al.*, 2014 ; Bülow *et al.*, 2016 ; Brokerhof *et al.*, 2017]. Comprendre et rendre opérationnels les moyens de représenter les valeurs des propriétés du patrimoine reste un défi, en particulier lorsque l'on considère à la fois les valeurs de détail et d'assemblage, comme dans le cas des demeures historiques renfermant d'importantes collections [Meul, 2008]. Un autre défi



a



b



c

Fig. 6

a) Distribution de Pareto illustrant une distribution d'une importance de 80 : 20 par rapport aux catégories ;  
b) distribution de Pareto illustrant une distribution d'une importance de 90 : 10 par rapport aux catégories ;  
c) distribution de Pareto illustrant une distribution d'environ 50 : 50 par rapport aux catégories.  
(© Protect Heritage Corp.)

consiste à bien représenter les structures de valeur de divers groupes sociaux, tels que l'université et les peuples autochtones ; dans une évaluation des risques, le contexte est aussi un autre défi qui doit être abordé [Tse *et al.*, 2018]. Cela nécessitera probablement la mise en place de cadres d'évaluation parallèles mais distincts. À l'heure actuelle, l'objectif est de structurer les évaluations de manière à fournir la meilleure compréhension des valeurs en péril, sachant que cette compréhension vise uniquement à informer, et non à imposer, les décisions en matière de gestion de la conservation. Il est également admis que les futures évaluations permettront, espérons-le, de mieux comprendre la situation.

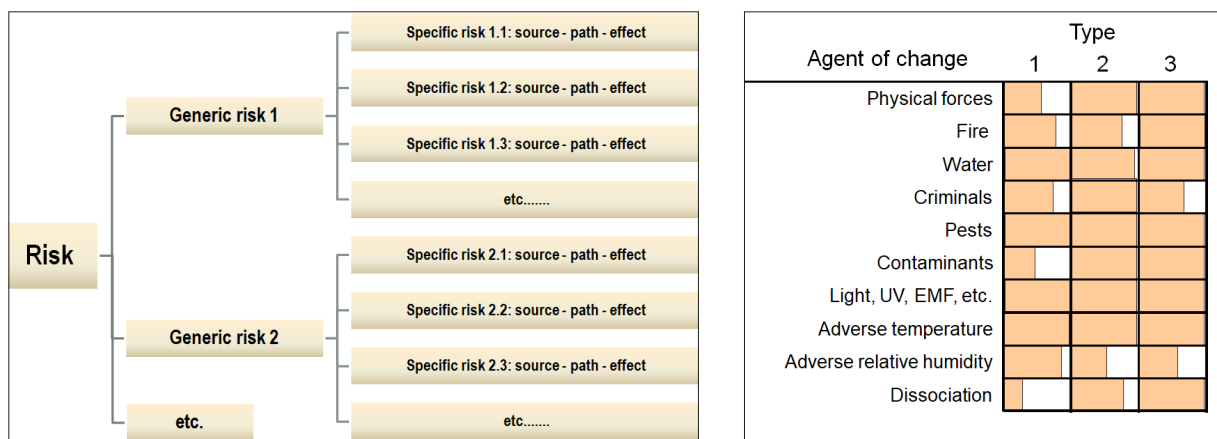
Pour identifier et définir de manière complète tous les risques qui affectent un bien culturel, il est nécessaire de démontrer que les fondements de conviction ont atteint un degré de complétude (intégralité, exhaustivité). Dans l'analyse des risques, cela est réalisé grâce à la modélisation hiérarchique (Fig. 7). Pour les biens culturels, cette procédure est la suivante :

On commence par combiner des sources de risque, comme un ensemble d'*agents de changement* (basé sur les 10 agents de changement du CCI<sup>1</sup>) :

- avec un type de risque basé sur la fréquence d'occurrence prévue pour établir un ensemble de *risques génériques*. Chacun des 10 agents peut être divisé en 3 *Types de risques*, créant potentiellement 30 risques génériques.
- Ces risques génériques doivent ensuite être décomposés en un ensemble complet de *Risques spécifiques* au sein de chaque risque générique.
- Les risques spécifiques sont définis en termes de *source*, de *route* et d'*effet*.
- Dans certains cas, des risques spécifiques sont encore subdivisés en risques *sous-spécifiques*, lorsque cela est nécessaire ou utile, même lorsqu'un risque spécifique clairement défini fait encore référence à des sources, des routes ou des effets disjoints qui sont mieux définis et quantifiés séparément.

La Fig. 8 montre un groupe de 30 risques génériques potentiels. Les zones ombrées représentent l'exhaustivité avec laquelle nous identifions tous les risques spécifiques qui contribuent de manière significative à un risque générique. C'est la meilleure compréhension que nous pouvons avoir du degré auquel des risques spécifiques ignorés ou inconnus pourraient contribuer à un risque générique. En combinant ces estimations avec des amplitudes de risques génériques calculées, nous obtenons une estimation quantitative de la complétude. Bien entendu, cela dépend toujours du jugement de l'analyste de risques et reste subjectif. Néanmoins, il offre une documentation structurée de ce que l'on sait et de ce que l'on pense être inconnu, voire non identifié (les inconnus inconnus). Cela fournit des mesures de confiance et de crédibilité [Waller, 2008].

L'utilisation d'une définition standard en trois parties pour tout risque spécifique facilite la prise en charge de la complétude en se concentrant principalement sur l'une des trois parties (source, route ou effet) en tant que base pour la



construction d'un ensemble de risques spécifiques au sein de chaque risque générique. Par exemple, pour les Forces physiques de Type 1, des événements rares et potentiellement catastrophiques, la *source* du danger (tels des événements géotechniques ou sismiques, des défaillances structurelles ou des explosions, par exemple) est très utile pour définir un ensemble complet de risques spécifiques. Pour les Criminels de Type 2, la *route* (par exemple, la route qu'un criminel peut emprunter) est la plus utile, tandis que pour une humidité relative défavorable, l'*effet* sur le bien patrimonial (par exemple, la corrosion ou la fracture) est le plus utile. Il est également important que, tout en s'efforçant de préserver la complétude, l'exclusivité des définitions des risques spécifiques soit maintenue. Autrement dit, la même perte de valeur attendue ne devrait pas être prise en compte dans de multiples risques spécifiques, comme cela pourrait arriver lorsque plusieurs facteurs influencent les taux de dommages. Par exemple, la dégradation des matériaux cellulotiques dépend de la température défavorable (élevée), de l'humidité relative défavorable (élevée) et des contaminants (pH bas). Pour éviter une double ou triple comptabilisation des dommages attendus de ce risque, il ne faut en rendre compte qu'une seule fois. Le risque spécifique pour la comptabilisation de ce risque sera celui qui dépendra le plus du contrôle du risque. Cela pourrait être une température défavorable si le stockage à froid est le moyen de contrôle primaire, comme pour les collections de films, des contaminants, si la désacidification est le moyen de contrôle principal, comme dans certaines bibliothèques et archives, ou une humidité relative défavorable, si le moyen de contrôle de l'humidité est la stratégie de conservation primaire disponible.

Ces combinaisons semblent compliquées, mais travaillées de manière structurées, elles peuvent être gérées [Waller, 2018]. Des cours en ligne sur l'analyse des risques liés aux biens culturels sont également disponibles sur Museum Study<sup>2</sup>.

Être complet en ce qui concerne les facteurs lors de l'évaluation des risques signifie également :

1. Trouver et documenter des preuves pour appuyer chaque jugement.
2. Comprendre pleinement le rôle de tous les systèmes et de toutes les personnes qui influencent les risques pour le patrimoine.

Fig. 7

Structure par laquelle le risque total est divisé en risques génériques, puis divisé en risques spécifiques. (© Protect Heritage Corp.)

Fig. 8

Les meilleures estimations de la contribution relative des risques spécifiques non identifiés et inconnus à chaque risque générique. (© Protect Heritage Corp.)

Comme Donella Meadows l'explique bien dans son livre *Thinking in Systems* [Meadows, 2008], il existe de nombreux endroits dans lesquels on peut intervenir avec un système pour en modifier ses performances. Elle les a appelé « points de levier ». Ceux-ci vont d'interventions très simples de bas niveau, telles que la modification d'un paramètre d'entrée, le réglage d'un thermostat ou la rédaction d'une procédure pour soutenir une politique des interventions beaucoup plus difficiles, telles que le changement de l'objectif d'un système ou même une vision du monde, comme exactement ce qui est conservé et pour qui.

## Conclusion

L'évaluation et la gestion des risques sont des outils puissants. Comme tous les outils puissants, ils peuvent produire d'excellents résultats. Pour la conservation préventive, cela peut signifier une conservation bien meilleure et plus économique. Cependant, comme tous les outils puissants, mal utilisés ou appliqués sans habileté, ils peuvent causer de graves dommages. Au cours des dernières années, diverses méthodes d'évaluation et de gestion des risques en matière de conservation préventive ont été mises au point et promulguées à un rythme soutenu, souvent sans le bénéfice d'un examen professionnel de l'analyse des risques. Il incombe ensuite à ceux qui adopteraient de telles méthodes de s'assurer que la méthode choisie s'avère suffisamment informative et complète pour causer plus de bien que de mal<sup>3</sup>.

## Notes

- [1] <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration.html> (consulté le 26 septembre 2018).
- [2] <http://www.museumstudy.com/courses/course-list/assessing-risk-to-cultural-property-1/> (consulté le 26 septembre 2018).
- [3] Je suis très reconnaissant à Nadia Francaviglia, du Protocole européen sur la conservation préventive, et à Emily Higginson, Protect Heritage Corp., pour leur examen critique et leurs suggestions utiles pour la révision et l'amélioration de ce manuscrit. Je suis également reconnaissant à Allison Dunckel pour avoir fourni l'image des textiles de la Fig. 2.

## Références bibliographiques

- BROKERHOF A., KEMP J., BÜLOW A., 2017. « Value Management Scan : setting priorities in management and care of collections ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *Préimpression de la 18<sup>e</sup> Réunion Triennale du ICOM-CC 2017*, 4-8 septembre 2017, Copenhague. Paris : Conseil international des musées.
- BÜLOW A., BROKERHOF A., BARRY C., CHAPMAN H., 2016. « Pride and Prejudice : Developing a shared understanding of priorities ». *Journal of Paper Conservation* 17 (3-4), p. 1-12.
- LUGER T., BROKERHOF A., HARTOG S., HUISMAN G., 2014. *Assessing Museum Collections : Collection valuation in six steps*. Amersfoort : Cultural Heritage Agency of the Netherlands. <https://cultureelerfgoed.nl/publicaties/assessing-museum-collections> (consulté le 26 septembre 2018).
- MEADOWS, D.H., 2008. *Thinking in Systems: A Primer*. White River Junction (VT) : Chelsea Green Publishing.
- MEUL V., 2008. « Safeguarding the significance of ensembles: value assessments in Risk Management for Cultural Heritage ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *Conférence triennale du ICOM-CC (Conseil international des musées – Comité pour la conservation) : Diversity in Heritage Conservation: Tradition, innovation and participation*. New Delhi : ICOM, p. 1048-1055.
- RUSSELL R. ET WINKWORTH K., 2009. *Significance 2.0 – a guide to assessing the significance of collections*. Canberra : Collections Council of Australia. <http://www.environment.gov.au/heritage/publications/significance2-0/index.html> (consulté le 27 septembre 2018).
- TSE N., LABRADOR A.M.T., SCOTT M., BALARBAR R., 2018. « Preventive Conservation : People, Objects, Place and Time in the Philippines ». *Studies in Conservation* 63 (S1), p. 274-281.
- WALLER R., 2002. « A risk model for collection preservation ». In : Vontobel R. (dir.), *ICOM-Comité pour la conservation, préimpressions de la 13<sup>e</sup> conférence triennale*, 22-27 septembre 2002, Rio de Janeiro. Londres : Earthscan Publications Ltd., p. 102-107.
- WALLER R., 2003. *Cultural Property Risk Analysis Model : Development and Application to Preventive Conservation at the Canadian Museum of Nature*. Göteborg : Göteborg Acta Universitatis Gothoburgensis, xvi + 189 p.
- WALLER R., 2008. « Comprehensive risk assessment : Applying the cultural property risk analysis model to the Canadian Museum of Nature », in LINKOV I., FERGUSON E., MAGAR V.S. (dir.), *NATO Science for Peace and Security Series-C : Environmental Security : Real Time and Deliberative Decision Making*. Dordrecht : Springer, p. 179-190.
- WALLER R., 2018. *Assessing and Managing Risks to Your Collections*. Ottawa : Protect Heritage Corp. 90 p.



# L'évaluation des risques dans les demeures historiques : approches et avantages

## Résumé

Au fil des ans, un nombre croissant d'organisations patrimoniales a fait appel à une forme ou une autre de gestion des risques. Au niveau des entreprises, il est déjà courant d'évaluer et de gérer les risques financiers, légaux, commerciaux ainsi que ceux liés à la réputation. Par exemple, lors de la planification et de la présentation des expositions, on prend en compte les dangers potentiels susceptibles de menacer le projet. Cependant, il est désormais fréquent de considérer les « risques pour le capital culturel » comme faisant partie intégrante des pratiques en matière de gestion du patrimoine d'une organisation. La gestion des risques permet d'établir des priorités et d'apporter des arguments dans le cadre de la prise de décision sur les mesures de gestion et de conservation du patrimoine qui seront économiques et adéquates.

Elle aide à répondre à des questions telles que : comment exposer des objets de façon responsable ? Quelles sont les priorités du plan d'entretien des collections ? Les conditions climatiques particulières sont-elles adaptées ? Des mesures de sécurité appropriées ont-elles été adoptées ?

Cette intervention traitera des principes généraux de l'évaluation et de la gestion des risques et abordera différentes approches, telles qu'une matrice des risques ainsi que les méthodes d'analyse des risques des biens culturels, ABC et QuiskScan. Cette présentation se penchera sur les avantages et les applications de chaque méthode à travers des études de cas tirées de situations dans des demeures historiques. Les différentes approches ont un point commun, le véritable avantage pour les organisations étant que l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus partagent les mêmes idées, valeurs et prise de conscience, et accordent plus volontiers leur appui aux décisions partagées.

## Mots clés

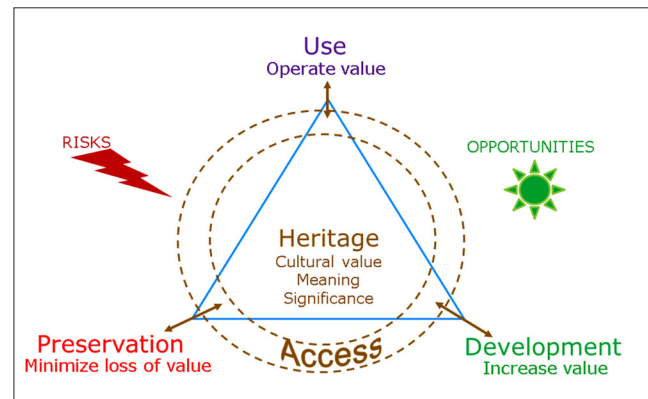
Patrimoine culturel, gestion des risques, conservation préventive, prise de décision.

## Agnes W. Brokerhof

Directeur de recherche, RCE –  
Agence du patrimoine culturel des  
Pays-Bas (Cultural Heritage Agency  
of the Netherlands)  
[A.Brokerhof@cultureelerfgoed.nl](mailto:A.Brokerhof@cultureelerfgoed.nl)

**L**a gestion du patrimoine peut se définir comme étant la prise de décisions bien étayées concernant l'allocation des ressources pour parvenir le plus efficacement possible aux objectifs de la profession en matière de patrimoine. L'objectif premier est de transmettre le patrimoine en notre possession aux générations futures, avec une portée optimale, des valeurs et une accessibilité. Le triangle de la gestion du patrimoine distingue trois activités principales pour atteindre ce but. Pas uniquement les biens patrimoniaux mais également les valeurs que nous leur attribuons (Fig. 1). La gestion du patrimoine est une véritable gestion de la valeur.

Fig. 1  
Triangle de la gestion  
du patrimoine.



D'une part, il existe des possibilités de développer la valeur. D'autre part, des menaces peuvent également entraîner une perte de la valeur. Les gestionnaires du patrimoine doivent trouver un équilibre, en mettant à profit les opportunités et en réduisant les risques. Le processus de la gestion de la valeur est décrit dans Brokerhof, Kemp et Bülow, 2017. Cette présentation portera sur la question de la gestion des risques.

### Évaluation et gestion des risques

Les risques peuvent être définis comme étant la possibilité de perdre de la valeur. Ils tentent d'avoir une emprise sur un avenir incertain. Ils traitent l'incertitude, à savoir s'ils peuvent se produire et quelle serait la perte de dans ce cas. Les risques sont souvent qualifiés ou quantifiés en termes de résultat de probabilité x effet, par exemple, ou de probabilité x conséquence ou de probabilité x impact. Ou, en d'autres termes : dans combien de temps ou à quelle fréquence devrait avoir lieu une perte de valeur ? Quelle sera l'ampleur de cette perte ?

Les étapes du processus général de la gestion des risques sont décrites dans la norme internationale ISO 31000 [ISO, 2009] comme l'indique la Fig. 2. La plupart des approches suivent ce processus ou utilisent des parties de ce dernier.

La détermination du contexte implique de définir la portée, d'indiquer en quoi consiste le bien patrimonial et d'évaluer sa valeur. À cette fin, plusieurs méthodes d'évaluation de la valeur ont été développées [par exemple, Luger *et al.*, 2014].

Ensemble, l'identification, l'analyse et la mesure des risques constituent « l'évaluation des risques », différents scénarios de risques y étant développés, différentes probabilités et conséquences qualifiées ou quantifiées, et différents risques comparés ou classés en vue d'établir des priorités (se référer à l'encadré jaune dans le schéma de la Fig. 2).

Le traitement des risques implique de proposer des solutions permettant de réduire certains risques, de déterminer la faisabilité, l'efficacité et les coûts des options, et de sélectionner l'option optimale qui sera appliquée. Des options peuvent être envisagées dans le domaine de la conservation

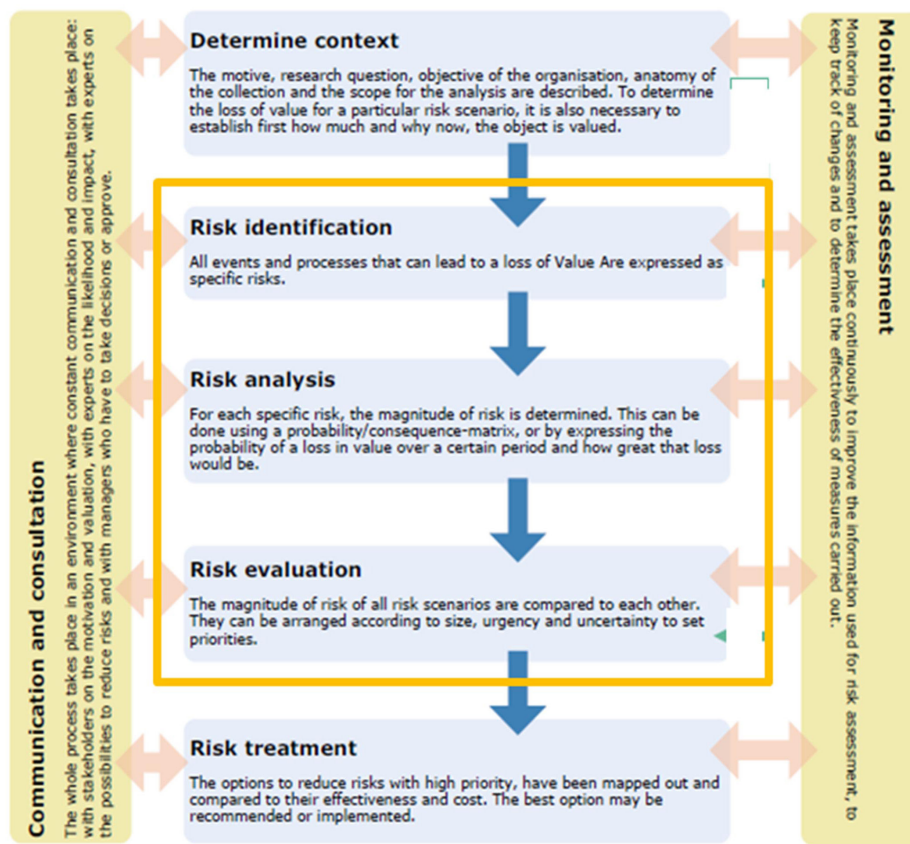


Fig. 2  
Processus de gestion  
des risques ISO 31000.

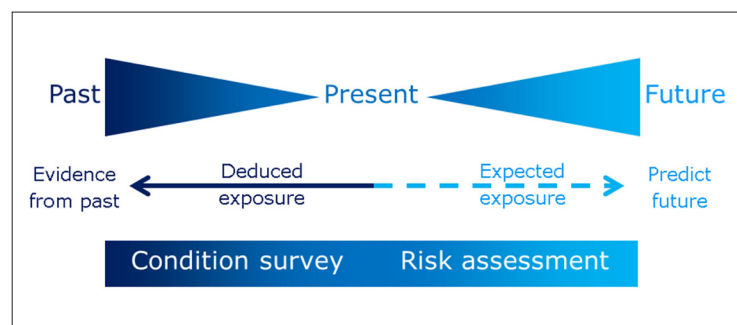
préventive (concepts d'Éviter et Empêcher, solutions de stockage adéquates, utilisation sans risque) ; elles peuvent impliquer un traitement de conservation (stabilisation, consolidation pour éviter toute nouvelle détérioration) ou porter sur la sûreté et la sécurité, l'entretien des installations ou la formation et l'éducation. Ce vaste processus s'accompagne d'un suivi et d'une évaluation continus, de communication et de consultation. Ce dernier rend la gestion des risques vraiment passionnante. Il fait le lien entre les personnes, les connaissances et l'expérience, et œuvre pour des objectifs communs.

L'évaluation des risques considère l'exposition anticipée aux menaces, donnant ainsi lieu à des modifications futures. Elle apparaît comme une contrepartie logique des études relatives à l'état, qui évaluent l'état actuel et mettent en corrélation les modifications observées par rapport à l'exposition antérieure (Fig. 3). L'évaluation des risques est également une extension des examens de l'état. Les informations découlant des preuves du passé et du présent permettent d'établir des prévisions. Même si les résultats issus du passé ne garantissent nullement les résultats dans l'avenir.

### Identification des risques : agents et scénarios

L'identification de risques génériques et spécifiques implique souvent d'énumérer les problèmes possibles. Pour structurer la façon de penser autour du patrimoine, la plupart des approches utilisent des agents de détérioration

Fig. 3  
De la déduction à la  
prédiction.



afin de différencier les causes ou les sources de menaces : Forces physiques, Eau, Incendie, Vols/Vandalisme, Ravageurs/Nuisibles, Polluants, Lumière/UV/IR, Humidité relative inadéquate, Température inadéquate et Dissociation [Michalski, 1990]. Une description des agents et les informations correspondantes sont disponibles sur le site web du Canadian Conservation Institute et dans Brokerhof, Ankersmit et Ligterink, 2017.

Pour analyser les dangers, il convient d'imaginer un scénario de risque, décrivant ce qui devrait se passer, afin d'évaluer probabilités et conséquences. Une façon de procéder serait de penser à un scénario qui décrirait source-cheminement-effet. En ayant un tel scénario à l'esprit, il est possible d'envisager des mesures d'atténuation comme celles d'éviter la source (remplacer des fils électriques défectueux, interdire des feux en plein air), de bloquer la voie d'accès (fermer les rideaux, exposer les objets de valeur dans des vitrines) ou de limiter les effets (disposer et préparer un plan d'évacuation).

### Pourquoi et comment ? Différentes approches

La réalisation d'une évaluation des risques ou la mise en œuvre d'un processus de gestion des risques doivent remplir une fonction. Et les efforts déployés par chacun doivent être justifiés. Lorsqu'une personne traverse une rue, elle évalue les risques qu'elle court de façon rapide et simple, et s'en sort indemne. Dans le cadre de la gestion du patrimoine, nous souhaitons également atteindre efficacement nos objectifs et prendre les bonnes décisions pour y parvenir. La complexité de la décision et l'objectif de résultat déterminent la démarche la plus appropriée.

#### *Le choix entre deux options : avantages et inconvénients*

Si la décision à portée de main correspond à un choix entre deux options, il suffit généralement de les comparer en s'appuyant sur des critères pertinents. Les critères sont toujours liés à des objectifs plus et moins élevés. Dans le cas d'une demeure historique, la question d'utiliser de vraies ou de fausses bougies peut porter sur la constitution d'une atmosphère historique et l'enrichissement de l'expérience du visiteur. Cependant, d'autres objectifs consistent à préserver la demeure et à assurer la sécurité des visiteurs, en limitant les risques d'incendie. Des restrictions budgétaires sont également à prendre en compte, concernant à la fois les investissements initiaux et les

coûts de fonctionnement ultérieurs. L'énumération des critères et l'évaluation des avantages et des inconvénients des deux options, en collaboration avec les parties prenantes, suffisent généralement à adopter une décision (Tab. 1). L'option qui sera privilégiée offrira une valorisation (opportuniste), un faible risque (protectionniste) ou une meilleure rentabilité (économiste).

*Inventaire et matrice des risques*

D'autres décisions sont impliquées, telles que l'allocation de ressources budgétaires, en vue de prendre des mesures concernant un certain nombre de risques. Pour les aborder, il convient de les répertorier et d'évaluer les probabilités et les effets. On dresse alors un inventaire des risques, des codes de couleurs permettant de définir leur portée (Fig. 4). Une matrice des risques qui indique les types de probabilités et effets permet de visualiser ce qui accroît ou réduit les risques. Une matrice 3x3 (Small S, Medium M et Large L) comprend 9 cases où Probabilité L + Effet L = Risque élevé (case rouge), alors que probabilité S + effet S = Risque faible (case bleue). Il est donc souhaitable que l'équipe chargée de l'évaluation définisse préalablement la matrice et s'entende sur les risques acceptables et non acceptables. Elle devra également se mettre d'accord sur la répartition dans les trois catégories, Small, Medium et Large. Cette approche est fréquemment utilisée dans les affaires et la finance. Les organisations patrimoniales peuvent y recourir pour évaluer et gérer les risques commerciaux. Dans ce cas-là, le gestionnaire du patrimoine peut argumenter dans un langage commun en adaptant la méthode de travail de l'organisation [Rogerson et Garside, 2017].

*Méthode d'analyse des risques concernant les biens culturels (Cultural Property Risk Analysis Model, CPRAM)*

Robert Waller a été pionnier dans le développement d'une méthode d'évaluation et de gestion des risques propres au patrimoine culturel. Ses premiers travaux, qui remontent aux années 1980, aboutiront à la publication de cette méthode d'analyse, *Cultural Property Risk Analysis Model* [Waller, 2003]. Cette approche est la plus complète dans le domaine du patrimoine. Elle fournit une vision précise du patrimoine et de l'organisation et peut s'appliquer à des situations complexes, telles que l'élaboration

Tab. 1  
Avantages (+) et inconvénients (-) des options en fonction des objectifs ou critères.

CRITÈRES	OPTION 1	OPTION 2
	VRAIES CHANDELLES	BOUGIES ÉLECTRIQUES
Atmosphère historique du lieu	+++	+
Expérience du visiteur	+++	+
Risque d'incendie	- - -	-
Frais d'installation	-	- -
Coûts énergétiques	+	-
Entretien	- -	-

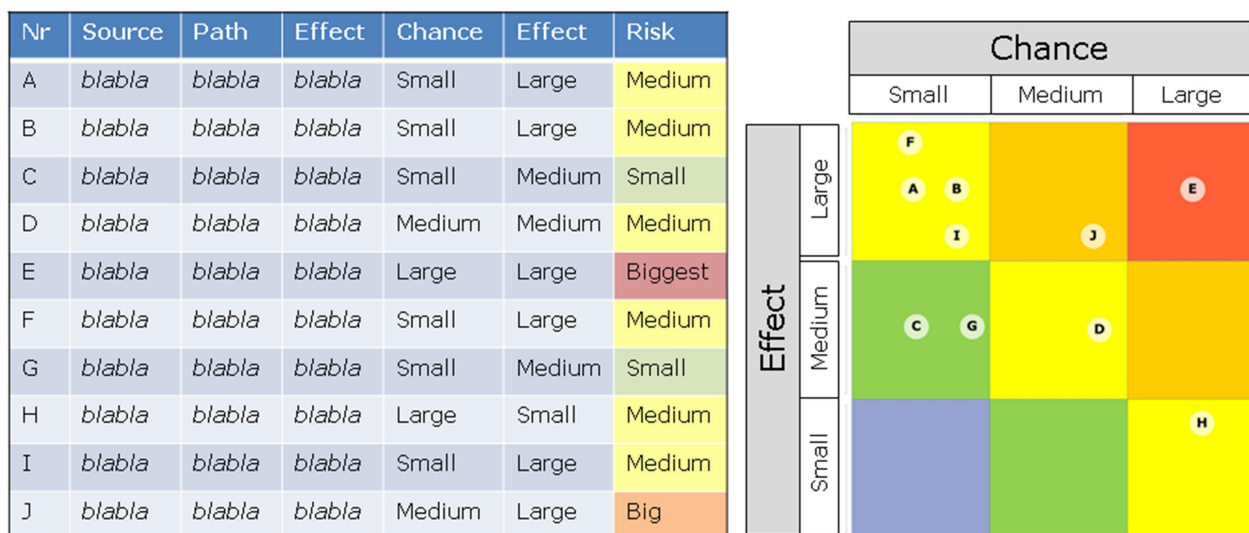


Fig. 4  
Inventaire et matrice des  
risques pour répertorier et  
classer les risques identifiés.

de politiques fondées sur les biens et de stratégies de conservation. Elle définit l'ampleur du risque (« magnitude »), comme étant le produit de la probabilité des scénarios de risques (probabilité) et de la perte de valeur sur une partie de la collection envisageable dans ce scénario (effet). Ainsi, les risques spécifiques atteignent une ampleur exprimée sous forme de chiffre, entre 0 et 1. Les résultats de l'évaluation des risques peuvent être représentés sous la forme d'un graphique en 3D, en déterminant l'ampleur du risque des différents scénarios par collection par rapport aux agents de détérioration (Fig. 5).

Formé et encadré par Robert Waller, le personnel du musée Our Lord in the Attic, à Amsterdam, et de RCE (Agence du patrimoine culturel des Pays-Bas, ICN à l'époque) ont appliqué cette approche, afin d'évaluer les risques et de mettre au point une stratégie de préservation pour la demeure historique qui dissimule une église dans le grenier (Fig. 5) [Brokerhof *et al.*, 2005]. Il a fallu près de trois mois à l'équipe mixte pour procéder à l'évaluation. Ces efforts considérables ont porté leurs fruits. Cette démarche a constitué un processus d'apprentissage pour chacun ainsi qu'un changement de mentalité de l'organisation. L'équipe mixte a eu une même compréhension des biens patrimoniaux (une collection mixte ET une demeure historique), s'est accordée sur les valeurs, a compris les risques et les priorités et a parlé la même langue. Le musée a su également formuler des arguments qui ont persuadé les bailleurs de fonds externes d'investir dans la réduction complète des risques et les options de développement. Au départ, le problème était lié à la crainte de la détérioration rapide des escaliers datant du XVII<sup>e</sup> siècle. La solution a finalement été de remettre à jour le concept du musée. La demeure historique a retrouvé sa fonction originelle et les installations qui accueillent les visiteurs ont été agrandies. Des expositions et des activités communautaires peuvent ainsi être organisées à proximité. Le projet de réfection de plusieurs millions, mené sur plus de dix ans, avait pour origine l'évaluation des risques.



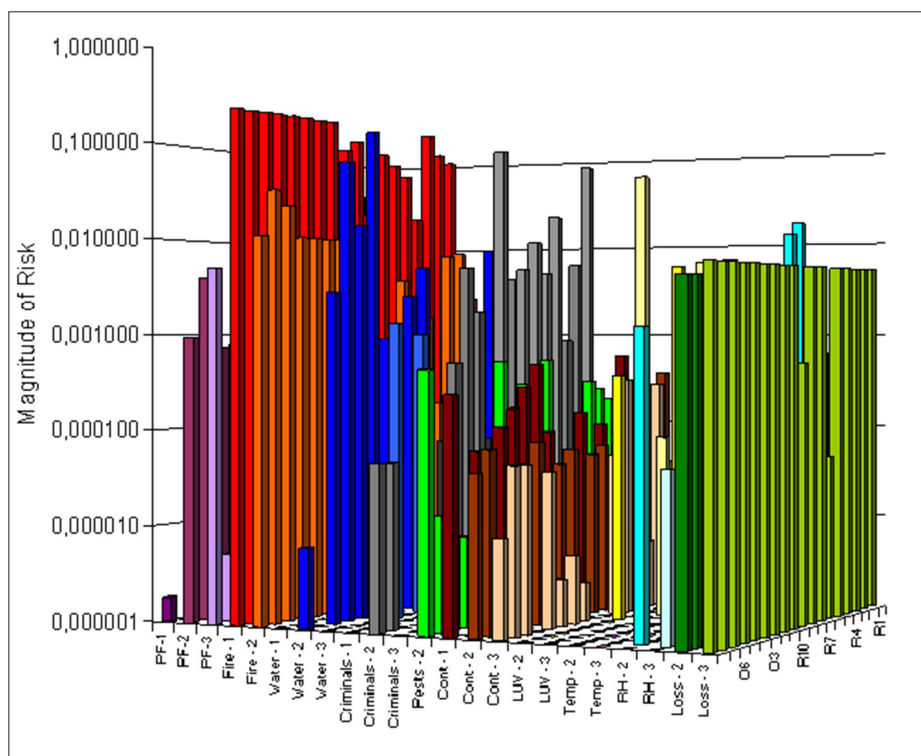


Fig. 5  
Méthode d'analyse de  
Robert Waller appliquée  
au musée Our Lord in the  
Attic, à Amsterdam.



### Méthode ABC

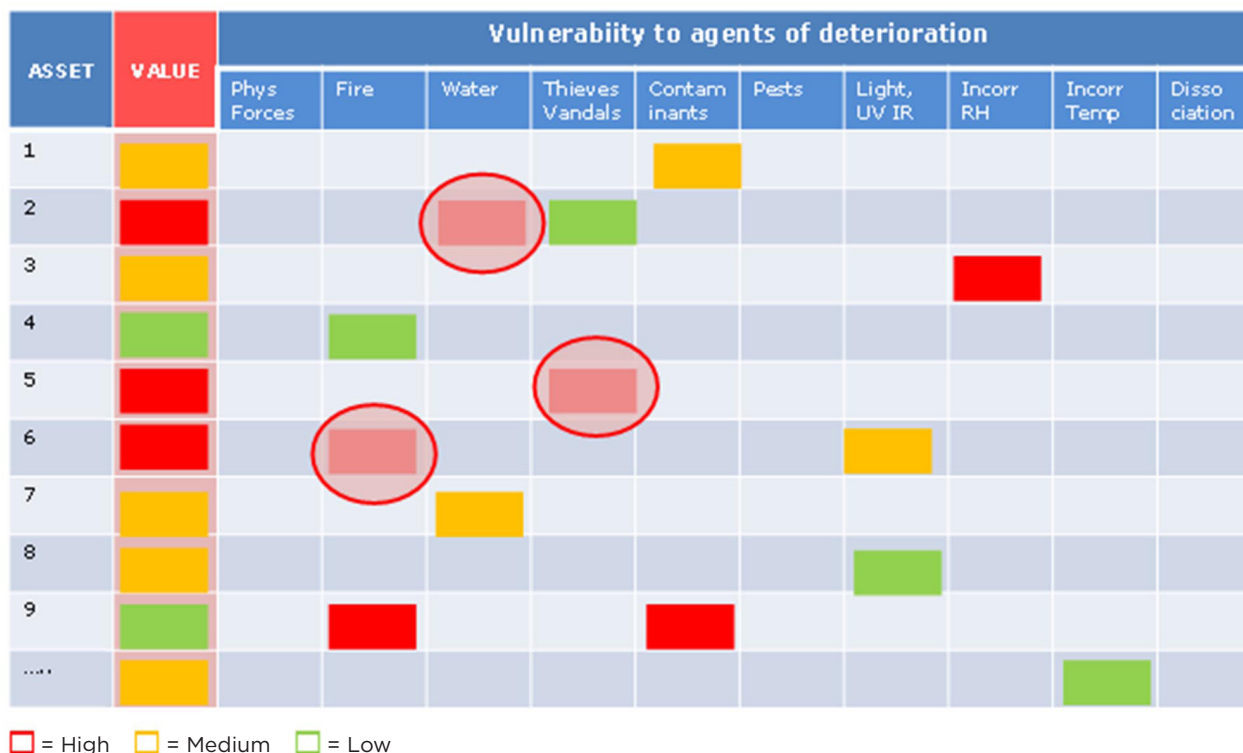
Les années durant lesquelles les organisations ICCROM (Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels), ICC (Institut canadien de conservation) et ICN (ancien nom de l'Agence du patrimoine culturel des Pays-Bas, aujourd'hui RCE), en collaboration avec Robert Waller et d'autres partenaires, ont organisé des formations internationales

autour de la question de la réduction des risques pour le patrimoine, « Reducing risks to heritage », Stefan Michalski a développé la méthode ABC (Fig. 6). Cette méthode utilise les agents de détérioration pour identifier les risques et développer des scénarios de risques, ensuite quantifiés suivant un système de notation, A, B et C. La lettre A pour le « Temps/Fréquence », B pour la « Gravité pour chaque produit concerné » et C pour la « Proportion de la valeur totale du patrimoine ». A examine la probabilité tandis que B et C s'attachent aux conséquences pour l'ensemble du bien patrimonial. L'ampleur du risque pour chaque scénario est la somme de  $A+B+C$ , chacun pouvant aller de 1 à 5, l'ampleur maximale du risque étant 15. Des différences méthodologiques existent entre CPRAM et ABC, par exemple en phase de notation du bien global ou de la valeur de la collection, ou lors de la prise de décision. Mais, les deux méthodes ont des points communs, la norme ISO 31000 et le pouvoir de l'implication des parties prenantes. La méthode ABC peut simplifier la quantification des risques et, pour la plupart des utilisateurs, le graphique en 2D qui en résulte est plus facile à interpréter. La représentation de l'ampleur du risque sous forme de diagramme à barre de A, B et C offre un avantage supplémentaire. En effet, les risques urgents sont facilement repérables (notation A élevée) et les risques ayant de grandes répercussions peuvent nécessiter une campagne de financement dédiée (notation B+C élevée).

La méthode ABC s'est avérée adaptée aux formations internationales ICCROM-CCI-ICN [Antomarchi *et al.*, 2014]. L'expérience a révélé que les participants et les étudiants l'ont trouvée relativement facile à comprendre et qu'une évaluation pouvait être effectuée en quelques jours, voire quelques semaines, comme par exemple durant une étude de cas à l'Open Air Museum, à Sibiu, sur des demeures historiques et leurs collections



Fig. 6  
Méthode ABC de Stefan Michalski appliquée au cours d'une formation internationale à l'Open Air Museum, à Sibiu.



(Fig. 6). Les participants ont développé une vue d'ensemble approfondie des biens et des risques, fournissant au musée les bases d'une campagne de financement, concernant les recommandations d'amélioration.

### QuiskScan

En dépit de la formation, de l'encadrement et du développement d'outils de support des méthodes CPRAM et ABC, des organisations redoutent l'effort à fournir pour mettre en œuvre une gestion des risques détaillée et systématique. En outre, un sentiment d'inefficacité peut se manifester après un grand effort et seulement quelques risques abordés. Alors que certaines organisations qui ont accompli le processus estiment avoir changé d'esprit et vécu une expérience valorisante, nombreuses sont celles qui ont du mal à franchir le pas et à commencer.

Dans un temps limité, le personnel du musée avait besoin d'une approche globale qui leur permettrait d'identifier les risques potentiels et de présenter des arguments en faveur d'une nouvelle étude plus détaillée. Le défi consistait à utiliser les bases de la gestion des risques tout en élaborant une méthode qui entraînerait l'équipe du musée vers un processus et offrirait un aperçu des biens culturels, des risques et des pertes potentielles, leur ferait prendre conscience de l'approche intégrée, et susciterait leur curiosité en seulement quelques heures.

Résultat : un examen rapide montrant les risques, le QuiskScan, a été développé. Il s'agissait d'une première étape vers une analyse plus

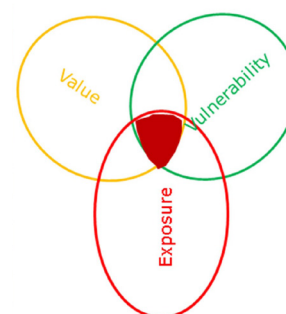


Fig. 7  
Matrice QuiskScan : valeur vulnérable = perte potentielle majeure qui entraîne l'analyse de l'exposition à l'agent de détérioration et son principe d'action.

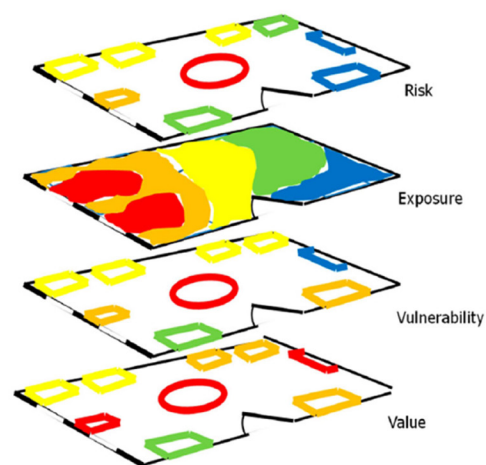
approfondie, avec l'une des méthodes existantes [Brokerhof et Bülow, 2016]. Le QuiskScan a été conçu sur la base de la cartographie des risques, telle que les cartes des risques sismiques qui indiquent sur des cartes superposées les lieux où les biens importants se situent et où l'exposition peut avoir lieu. Pour établir un risque important, trois paramètres doivent être superposés : la valeur des biens, leur vulnérabilité et l'exposition. Les biens de valeur qui sont vulnérables à un agent de détérioration peuvent être soumis à une perte de valeur inacceptable, mais uniquement s'ils sont exposés à cet agent (Fig. 7).

### *Cartographie de l'exposition et des biens*

Parfois, la cartographie du risque réel est également utilisée. Un excellent ouvrage du FEMA [FEMA, 2001] décrit l'approche dans le contexte de préparation aux urgences des communautés et des villes. La Fig. 8 montre que l'élaboration de cartes d'une salle indiquant l'emplacement des objets de valeur, leur vulnérabilité à la lumière et l'exposition à la lumière, fournit un indicateur clé des biens qui sont menacés et de la manière dont ils peuvent être repositionnés afin de réduire le risque. En parlant avec des personnes qui pensent visuellement ou travaillent à l'aide de cartes, telles que le personnel des installations ou les architectes, cette approche peut s'avérer particulièrement efficace pour transmettre un message.

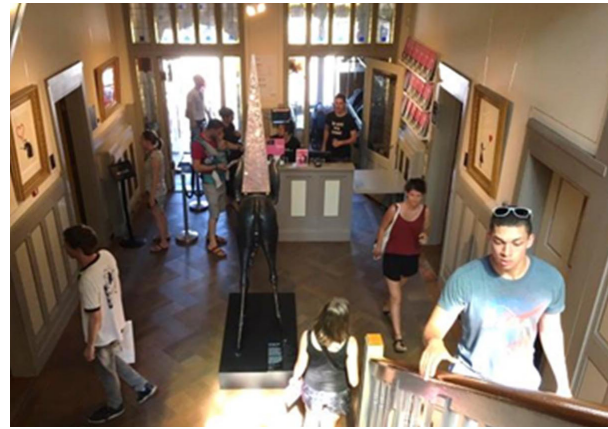
### *Synthèse des méthodes*

Sachant que diverses approches et méthodes existent, il est non seulement possible d'opter pour la mieux adaptée mais également de les combiner. L'expérience montre que lors de l'enseignement de la conservation préventive et de la gestion des risques à des étudiants, il est utile de commencer par une cartographie ou un QuickScan pour sélectionner



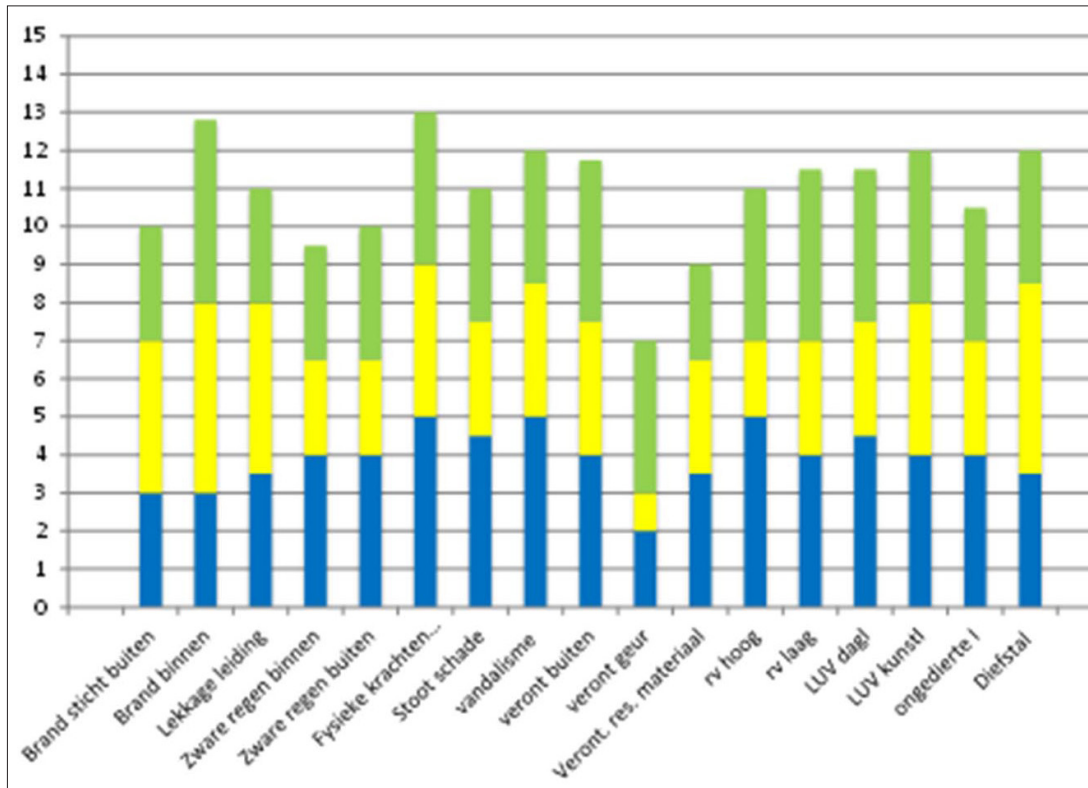
*Fig. 8*  
Risques hypothétiques  
liés à la lumière dans  
un intérieur, définis  
en fonction de cartes  
superposées pour la  
valeur, la vulnérabilité et  
l'exposition.





Deekcollectie	GW	FK	Water	Brand	C&V	Ongedier	Veront	LUV	onj RV	onj T	Disso
Werk op papier of karton	10,7										
Verf op doek	12,6										
Verf op hout	7,8										
Metaal met/zonder verf	3,7										
Steen en gips met/zonder verf	8,0										
Verf op kunststof	0,8										
Werk op perkament of leer	0,9										
Varia	5,5										
Voeren 1000 m2 = 100 st	13,7										
Wanden	12,9										
Plafonds 1000 m2 = 100 st	2,7										
Glas-ramen	2,4										
Fixtures	18,3										

Fig. 9  
Application  
des méthodes  
combinées  
avec des étudiants  
au musée Moco,  
à Amsterdam.  
À gauche, synthèse  
graphique  
des résultats  
de l'exercice  
au musée Moco.



un certain nombre de risques qui seront ultérieurement analysés par la méthode ABC. Les étudiants ont un aperçu des biens, des valeurs et des vulnérabilités, qui leur permet de se concentrer sur des conditions *in situ*, d'évaluer l'exposition et de déterminer si et comment les risques spécifiques devraient et peuvent être réduits, tout en ayant une vue d'ensemble sur le bien. L'approche combinée a été publiée dans l'ouvrage *Risk Management for Collections* [Brokerhof, Ankersmit et Ligterink, 2017]. L'ouvrage dispense des connaissances et fournit des informations sur les agents de détérioration à travers un schéma de scénario correspondant à chaque agent, en vue d'aider à l'identification et à l'analyse des risques. Bien que le titre laisse entendre qu'il traite des collections, il s'applique également à d'autres types de patrimoine.

En 2017, un groupe de quinze étudiants en Master à l'Université d'Amsterdam a appliqué la méthode combinée au musée Moco, pendant un module de gestion des risques qui durait une semaine (Fig. 9). Le musée expose sa collection d'art dans une demeure historique classée. Au cours de cette semaine, les étudiants ont établi un panorama des biens mobiliers et du patrimoine bâti, de leurs valeurs et vulnérabilités, ainsi que des risques potentiels. Ils ont sélectionné les risques les plus significatifs qu'ils ont analysés en détail, ont établi des priorités puis ont recherché des solutions visant à réduire les risques. Ils ont ainsi été capables d'émettre des recommandations judicieuses, pratiques et utiles au musée. Ils ont su appliquer leurs connaissances en conservation à la gestion du patrimoine et envisager l'utilisation et la préservation de la demeure historique et de la collection d'un point de vue holistique.

### Comparaison des approches

Compte tenu de l'évaluation des risques pour prendre des décisions ou la gestion des risques pour améliorer les conditions de préservation, il n'existe pas UNE meilleure approche ou méthode. Comme toujours,

Benefit	Large	Gold	Higher-hanging fruit	Plan properly
	Medium	Low-hanging fruit	Could be interesting	When nothing better
	Small	Quick win	Worth the effort?	Waste of energy
		Small	Medium	Large
		Effort		

Fig. 10  
Matrice simple  
coûts-bénéfices.

MÉTHODE	DURÉE	RÉSULTAT	APPLICATION
Avantages & Inconvénients	Heures	Choix	Comparaison des options limitées
Registre & Matrice	Semaines	Vue d'ensemble des risques Résultat visuel simple	Réalisation de l'inventaire d'une situation Lien avec l'organisation, langage d'installations et de d'entreprise
CPRAM	Mois	Vision complète Perte de valeur des unités  Priorités	Développement d'une stratégie ou politique Besoin de données et de dévoreurs ( <i>crunchers</i> ) de données Résultat visualisé de différentes manières
ABC	Semaines	Vision pratique Perte de valeur d'une collection Priorités	Développement d'une stratégie ou politique Atténuation rentable Connexion avec des lecteurs de diagramme
QuiskScan	Jours	Vue d'ensemble rapide Vision approximative Priorités	Base d'une analyse ultérieure Indication des points sensibles Adaptation aux lecteurs de feux de signalisation, responsables
Cartographie (Mapping)	Jours	Vue d'ensemble visuelle Aperçu efficace	Évaluation d'un ou plusieurs agents Lien facile avec des lecteurs de cartographie, installations

chaque méthode présente des avantages et des inconvénients. Suivant le contexte dans lequel une décision doit être prise, une approche sera la plus adéquate ou répondra aux objectifs. Le Tab. 2 répertorie les méthodes précédemment abordées. Il est agrémenté de commentaires sur le temps nécessaire à la mise en œuvre de l'évaluation, le résultat escompté, des questions relatives à l'application (quand, quoi, pour qui ?).

Comme dans le cas de l'atténuation des risques, le choix de l'approche adéquate ou d'approches combinées relève des avantages et des coûts. L'effort déployé est-il à la hauteur du résultat ? Plus le résultat d'un processus de gestion du risque a un impact, plus l'effort est justifié et, probablement, requis (Fig. 10). Après tout, les arguments avancés concernant les actions et options proposées doivent être bien fondés de manière à convaincre les autres. L'inverse est également vrai : l'absence d'informations est synonyme d'absence de conclusions (adage anglais : *Garbage in, garbage out*). Une attention insuffisante, au cours d'une évaluation des risques, ne permettra pas d'obtenir des résultats pratiques. Ils ne seront pas convaincants ou seront simplement erronés.

## Conclusion

La mise en œuvre d'une évaluation des risques est une approche particulièrement efficace pour avoir une meilleure compréhension d'une situation

Tab. 2

Comparaison de diverses approches concernant l'évaluation des risques en fonction de la durée requise pour une bonne application, du résultat et de l'adaptabilité à la situation ou au public.



et identifier les améliorations à apporter, comme par exemple dans le domaine de la conservation préventive. L'aspect le plus important d'une évaluation et d'une gestion des risques, indépendamment de l'approche choisie, concerne le fait qu'elles réunissent des personnes, leurs connaissances et leur expérience. Il en résulte une compréhension collective des objectifs et des défis, et l'acceptation de décisions prises en commun.

Ci-après, quelques règles générales permettront de sélectionner une approche adaptée :

- Se baser sur le rapport coût/efficacité.
- Construire par étapes.
- Prendre en compte les lacunes et les préjugés.
- Faire le lien avec des méthodes et des systèmes existants.
- Faire participer le plus grand nombre de parties prenantes possible.
- Communiquer et impliquer.
- Persévérer et aller de l'avant.

#### Références bibliographiques

- ANTOMARCHI C., BROKERHOF A., STEVENSON J., 2014. « Reducing risks to cultural heritage : Analysis of a course metamorphosis ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints*, 15-19 septembre 2014, Melbourne, art. 0301. Paris : International Council of Museums, 8 p. <http://icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=1d667ab5-c436-42b6-922d-8e43b92c86c8> (consulté le 24 janvier 2018).
- BROKERHOF A., ANKERSMIT B., LIGTERINK F., 2017. *Risk management for collections*. Amersfoort : Cultural Heritage Agency of the Netherlands. [https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/risk-management-for-collections\\_a.pdf](https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/risk-management-for-collections_a.pdf) (consulté le 24 janvier 2018).
- BROKERHOF A., KEMP J., BÜLOW A., 2017. « Value Management Scan: setting priorities in management and care of collections ». In : BRIDGLAND J. (dir.), *ICOM-CC 18th Triennial Meeting 2017*, 4-8 septembre 2017 Copenhagen. Paris : International Council of Museums. <http://icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=4644ffc1-8abf-4f4f-8d19-4aad68d4423> (consulté le 24 janvier 2018).
- BROKERHOF A., LUGER T., ANKERSMIT B., BERGEVOET F., SCHILLEMANS R., SCHOUTENS P., MULLER T., KIERS J., MUETHING G., WALLER R., 2005. « Risk assessment of Museum Amstelkring : Application to an historic building and its collections and the consequences for preservation management ». In : VERGER I. (dir.), *ICOM Committee for Conservation, 14th Triennial Meeting*, 12-16 septembre 2005, La Haye. Preprints. Londres : James & James/Earthscan, p. 590-596.
- BROKERHOF A. ET BÜLOW A., 2016. « The QuiskScan - A quick risk scan to identify value and hazards in a collection ». *Journal of the Institute of Conservation* 39 (1), p. 18-28. <http://dx.doi.org/10.1080/19455224.2016.1152280> (consulté le 24 janvier 2018).
- FEMA, 2001. *Understanding Your Risks: Identifying Hazards and Estimating Losses, State and Local Mitigation Planning. How-to guide 386-2*. Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency, 2001. <http://www.fema.gov/media-library/assets/documents/4241> (consulté le 24 janvier 2018).
- ISO, 2009. *ISO 31000: Risk Management - Principles and Guidelines*. International Organization for Standardization. Genève.
- LUGER T., BROKERHOF A., HARTOG S., HUISMAN G., 2014. *Assessing Museum Collections; Collection valuation in six steps*. Amersfoort : Cultural Heritage Agency of the Netherlands. <http://cultureelerfgoed.nl/publicaties/assessing-museum-collections> (consulté le 24 janvier 2018).
- MICHALSKI S., 1990. « An overall framework for preventive conservation and remedial conservation ». In : *ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting*, 26-31 août 1990, Dresde. Preprints. Londres : James & James, p. 589-591.
- MICHALSKI S. ET PEDERSOLI J.-L., 2016. *The ABC Method*. Ottawa : Canadian Conservation Institute. <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/risk-management-heritage-collections/abc-method-risk-management-approach.html> (consulté le 24 janvier 2018).
- ROGERSON C. ET GARSIDE P., 2017. « Increasing the profile and influence of conservation - An unexpected benefit of risk assessments ». *Journal of the Institute of Conservation* 40, p. 34-48.
- WALLER, R., 2003. « Cultural Property Risk Analysis Model: Development and Application to Preventive Conservation at the Canadian Museum of Nature ». *Göteborg Studies in Conservation* 13. Göteborg : Göteborg Acta Universitatis Gothoburgensis.

# L'évaluation en conservation préventive, à la quête de valeurs

## Résumé

L'introduction des méthodes d'évaluation dans le champ de la conservation du patrimoine engage, bien que celles-ci ne soient jamais explicitement exposées, la question des valeurs par lesquelles les organisations sont jugées. L'évaluation est le produit d'une succession d'opérations de classement, de mesures et de sélections de données. Toutes ces opérations recherchent le plus d'objectivité possible dans la description des conditions de conservation et des agents de dégradation. Évoluant par nécessité entre le quantitatif et le qualitatif, les évaluations dans le domaine de la conservation du patrimoine, même si elles se veulent pragmatiques, ne peuvent prétendre offrir une totale rationalité dans la quête des données. Cette part contingente du contexte dans lequel elles évoluent est déterminante dans la construction des outils d'évaluation. Si ceux-ci permettent de donner une valeur à des résultats attendus mais non mesurables, l'attribution des critères d'appréciation reste en partie subjective.

Mais les situations ne peuvent être appréciées que par rapport aux modèles qui représentent ce qui a lieu d'être, ce vers quoi l'on veut tendre. Le mirage de la quantification qu'induit l'utilisation de normes et de critères d'appréciation ne doit pas faire perdre de vue qu'aucun système de valeurs n'a d'objectivité inhérente. Il ne fait que traduire ce qui momentanément correspond à un modèle dominant dans la recherche de résultats. Les classements, les grilles, les échelles d'appréciation ne sont recevables que si la relativité des choix est posée par ceux qui les construisent car on est en présence de systèmes ouverts que la schématisation ne doit ni fermer, ni figer.

## Mots clés

Conservation préventive, évaluation, valeurs, normes, critères.

## Denis Guillemard

Ancien directeur du Master de conservation préventive, Université Paris I Pantheon-Sorbonne  
guillemard.denis@noos.fr

## Le besoin d'évaluation

**D**epuis plusieurs années, l'évaluation est devenue une nécessité, voire une injonction qui se répand dans tous les secteurs, recherchant à fonder les décisions et les actions sur des critères d'efficacité, de conformité ou de rationalité. Ce besoin est maintenant si généralisé que l'on parle volontiers de « fièvre ou de folie évaluative » [Prigent, 2009]. À travers ce symptôme, nous pouvons observer une conséquence du développement de l'outil informatique permettant de gérer un grand nombre de données, mais aussi une tendance de la société contemporaine à vouloir ordonner le monde, à lui imposer la quantification et le soumettre à des algorithmes.

Face à la complexité du fonctionnement des institutions contemporaines, où l'introduction de la conservation préventive a entraîné un accroissement considérable des paramètres à maîtriser, l'évaluation s'est révélée être l'outil le plus efficace pour composer avec ces nouveaux développements de la conservation et de la diffusion du patrimoine.

La difficulté de créer un outil d'évaluation propre au champ de la conservation préventive réside dans le fait que la pratique évaluative ne s'est répandue dans le monde des musées que depuis ces vingt dernières années. Auparavant, on parlait surtout de *survey* (traduisible par enquête, inspection, étude, expertise, contrôle...) qui tenait lieu d'évaluation sans aborder la question des valeurs. Celles-ci étaient considérées du point de vue des biens culturels en soi et non du point de vue de leur conservation. Cette dernière succédait à l'acte de désignation patrimoniale comme une réponse technique après qu'un bien ou un objet ait été reconnu comme porteur d'une valeur culturelle [Avrami *et al.*, 2000, p. 8]. Mais la valeur donnée à l'objet n'induit pas les valeurs au nom desquelles le processus de conservation est organisé pour qu'il atteigne ses objectifs : conserver pour transmettre. Jusqu'en 1990, les méthodes qui tenaient lieu d'évaluation des conditions de conservation prenaient la forme d'aide à la décision en dressant un état des lieux, révélant les points faibles et les points forts de l'organisation. Il n'existait aucune méthode globale d'évaluation spécifique pour les institutions patrimoniales, les évaluations systémiques se développant surtout dans les secteurs de l'éducation et de l'économie. Dans ces deux secteurs, dans un souci de contrôle ou de conformité, on s'attachait à rendre compte de la performance des systèmes, de diagnostiquer les faiblesses et de proposer des solutions d'amélioration.

### **Du *survey* à l'évaluation**

Les premières évaluations entreprises dans les musées portèrent sur les expositions et l'accueil du public et « bon nombre d'approches peuvent être lues comme des moyens de justifier l'activité plutôt que de tenter d'en mieux cerner la valeur » [Mairesse, 2010]. Elles ont une vision purement technique éludant le sens des dispositifs étudiés.

C'est en 1990 que l'on commence à parler d'évaluation des conditions de conservation avec le Getty Conservation Institute qui publie *The Conservation Assessment : A Tool for Planning, Implementing, and Fundraising*, qui sera suivi huit ans plus tard de *The Conservation Assessment : A Proposed Model for Evaluating Museum Environmental Management Needs*. Si Suzanne Keene ne se décide pas en 1991, dans son article de l'UKIC, à différencier encore audit et *survey* [Keene, 1991], l'objectif des deux publications du Getty était d'analyser et de caractériser les conditions de conservation, les causes et les facteurs de dégradation, puis de proposer une stratégie et un plan d'action par lesquels on dépasse le simple enregistrement du constat d'état auquel se cantonnait le *survey*.

En 1992, avec Michalski, qui publie *A sytematic approach to the conservation*, la gestion des risques et une approche englobante de la conservation sont proposées. C'est une étape décisive car on passe du normatif au prédictif. Il s'agit d'introduire l'estimation du coût de la perte de valeur entraînée par une dégradation potentielle, afin, est-il spécifié dans le texte, de « diminuer le pourcentage total de dommage », sur toute une collection et en prenant en considération l'ensemble des facteurs de dégradation. On change dès lors d'échelle et d'objectif.

Il n'y aura plus qu'un pas pour aboutir à l'évaluation des risques telle qu'elle sera développée à partir de 1993 par Robert Waller, puis reprise par l'ICC/ICCROM pour aboutir à la méthode ABC en 2016 prétendant à une connaissance globale et à une appréciation exhaustive de tous les risques auxquels un bien patrimonial est exposé.

Parallèlement, se développent des propositions d'auto-évaluation permettant de dresser, selon les besoins immédiats et localisés, des analyses et des diagnostics des conditions de conservation comme en Belgique [Bonnier *et al.*, 2003] ou en Suisse [Meyer et Mina, 2011]. Également en 2011, l'ICCROM propose avec le concours de Gaël de Guichen, *Re-org, outil d'auto-évaluation pour les réserves de musée*, utilisant quarante-trois critères d'évaluation appliqués à quatre domaines pour réorganiser des réserves.

Aussi, à travers toutes les méthodes d'évaluation qui se développent depuis le début de ce siècle et dont un compte rendu très complet et une évaluation comparative sont faits dans la publication *Cronache 7 - Metodologies d'évaluation* [Forleo, 2017], nous voyons se dessiner un panorama des évaluations dont le point commun est de quantifier à travers des indicateurs chiffrés l'état des conditions de conservation ainsi que les priorités, mais sans qu'aucune n'aborde, de façon explicite, la question des valeurs.

Or l'évaluation n'étant pas seulement un constat, et en ceci elle se distingue du *survey*, elle doit entretenir un rapport avec la valeur. Il s'agit donc d'identifier une échelle de valeurs qui permettra de déterminer la relation des organisations évaluées à cette échelle, car avant de juger l'on doit poser ce par rapport à quoi nous jugeons, au nom de quels principes sont conservés et transmis les biens culturels.

Nathalie Heinich, dans *La fabrique du patrimoine* en 2009, a montré les différents niveaux et processus du jugement de valeur qui projettent le patrimoine dans l'actualité et en permettent sa mise en valeur : « la valeur, dit-elle, est "administrée" à l'objet, au sens où elle lui est proposée puis attachée, de façon plus ou moins efficace et durable selon que l'objet accepte, supporte, intègre cette opération » [Heinich, 2009, p. 259]. La valeur attribuée et gère un statut et cette notion de valeur *opérante* sera développée plus largement par le même auteur dans un autre ouvrage : *Des valeurs. Une approche sociologique* [Heinich, 2017]. Or cette question de la valeur est cruciale dans les monuments historiques ou le premier objet de la collection est le bâtiment lui-même. Il n'est pas seulement un réceptacle, il est patrimoine dans son contenant et son contenu. Il est la *prise* qui fait que

chaque objet qu'il reçoit rend présente l'histoire du lieu et lui confère sa valeur de re-présentation et d'exposition. Quand il y a une perte de valeur constatée sur un objet ou un ensemble d'objets dans une demeure historique, elle ne concerne pas que la valeur propre de l'objet mais est à reporter aux valeurs qui le situent au sein de l'ensemble. Les objets détiennent une valeur autant par leur stature historique que du fait de leur lien au site et à son histoire (effet de présentification et de représentation).

### **L'introduction de la valeur**

La valeur est le produit des opérations grâce auquel on attribue une qualité à une situation, une action ou à un objet. L'attribution d'une valeur, ou le choix d'en utiliser telle ou telle, est un processus complexe, discontinu et discret, qui est représentatif de la culture dont elle est l'expression. C'est ce qui rend les opérations d'évaluations des conditions de conservation contextuelles et variables.

Les évaluations, c'est-à-dire le jugement qui attribue une valeur, dépendent de la nature des situations évaluées, de la capacité et des ressources des évaluateurs (leur équipement axiologique) et du contexte dont dépendent les situations analysées (contraintes, déterminations). En interaction avec sa culture, l'évaluateur utilise les valeurs que lui désignent ses représentations mentales conditionnées par son bagage intellectuel et son expérience. Toute évaluation reste donc tributaire des règles et des critères qui lui permettent de se construire et d'exister. Chaque acte d'évaluation procède au choix de ce qu'il y a lieu de mobiliser comme référentiels, c'est-à-dire les « interactions effectives » entre des situations, des objets, des humains et des contextes. Aussi les opérations de mise en valeur dépendent-elles de la nature des situations évaluées, de la capacité et des ressources des évaluateurs et du contexte dont résultent les contraintes et les déterminations des situations analysées.

C'est bien dans la reconnaissance des trois opérateurs : objet, sujet, contexte, et dans l'usage des valeurs [Heinich, 2017], qu'évolue la pratique de l'évaluation en conservation préventive.

Cependant, dans nos processus d'évaluation, les valeurs ne sont jamais posées. Elles sont implicites. Nous pouvons néanmoins, par expérience, en désigner quelques-unes qui contrôlent l'usage des biens culturels et leur conservation :

- Les valeurs applicables à l'objet (valeurs patrimoniales) qui, sans attribuer une valeur économique, le situent dans une échelle d'importance culturelle répondant à son propre réseau de désignation : ancienneté, authenticité, rareté, préciosité, historicité... Ces valeurs reconnaissent l'objet comme étant patrimonial et digne d'être conservé. Elles interviennent dans le cas du calcul des coûts de conservation d'un ensemble d'objets ou de la perte de valeur provoquée par de mauvaises conditions de conservation. En dernier ressort, elles peuvent intervenir pour

définir l'importance relative des objets au sein d'un ensemble engageant une classification des prescriptions d'un plan d'action [Keene, 1991, p. 139-142].

- Valeurs applicables aux conditions d'exploitation (valeurs préceptes de gestion) qui permettent d'établir dans la durée l'organisation de la mise en valeur des biens culturels. Ce sont les *principes* au nom desquels nous agissons et qui rendent les biens culturels efficaces : disponibilité, accessibilité, mobilité, visibilité...

- Valeurs applicables aux conditions de conservation (valeurs d'état) par lesquelles des ensembles de biens culturels sont organisés pour répondre aux valeurs de gestion. Ces valeurs sont utilisées comme des critères de conformité et elles sont déterminantes pour constater la façon dont nous conservons : efficacité, intégrité, pérennité, rationalité, ordre, rangement, classement, protection...

Et surplombant le tout, président les valeurs de la conservation et de la transmission, au nom desquelles est réalisée la mise en valeur d'ensembles d'objets reconnus comme héritage ou patrimoine, à travers les valeurs d'usage assurant la **diffusion** et les valeurs d'option et de legs garantissant la **transmission**.

Trois de ces valeurs sont décisives dans l'établissement des conditions de conservation.

En premier, la disponibilité qui rend possible l'usage des biens culturels en les protégeant par la loi, les identifiant par l'inventaire et les localisant dans des institutions.

En second, intervient l'accessibilité qui comprend toutes les dispositions et les opérations matérielles qui permettent de saisir, de voir ou de consulter les biens culturels. L'accessibilité couvre trois aspects :

1. Il y a l'accessibilité au sens ou au message porté par les objets. Ils signifient pour quelque chose d'invisible : le passé, le sacré, la mémoire [Pomian, 1987]. Mais pour continuer d'être ce qu'ils sont, il faut que leur forme, définie par la matière, reste lisible, et donc accessible à la connaissance. Aussi l'accessibilité a pour limite l'intégrité de la matière sans laquelle il est impossible de reconnaître et de transmettre la signification particulière dont ils sont dépositaires.

2. Il y a l'accessibilité à la connaissance des objets par l'inventaire et par la documentation. Sans l'enregistrement des données portant sur les conditions de création, les études, les interprétations, dans un corpus constitué en une documentation organisée, disponible et accessible, les objets ne peuvent restituer toute leur richesse. La conservation s'emploie aussi à constituer et perpétuer cette documentation.

3. Il y a enfin l'accessibilité aux objets eux-mêmes par les conditions d'entreposage, la localisation, la manipulation, le conditionnement, le marquage... Un bien culturel qui ne peut être vu et qui est difficilement

<b>CONSERVATION</b> Permettre aux générations futures de disposer des biens culturels dans les mêmes conditions que nous en disposons aujourd'hui		
Valeurs initiales	Diffusion <b>Communicabilité</b> Consultation, diffusion, médiation, exposition sur lesquelles repose le mode d'existence des biens culturels.	Transmission <b>Transmissibilité</b> Articulation du savoir et du sacré ou du précieux, sans lesquelles il n'y a pas d'héritage.
Valeurs patrimoniales < Principes appréciatifs >	Sociales, symboliques, esthétiques, historiques : <b>Ancienneté, authenticité, rareté, préciosité, historicité...</b>	
Valeurs préceptes <Principes agissants>	Valeurs par lesquelles des ensembles de biens culturels sont gérés. <b>Disponibilité, accessibilité, mobilité, rationalité, sécurité...</b>	
Valeurs d'état < Principes évaluatifs, Critères de conformité >	Valeurs qui caractérisent une situation et constatent la façon dont des ensembles de biens culturels sont exploités. <b>Efficacité, intégrité, pérennité, ordre, propreté, protection...</b>	

Tab. 1  
Distribution des valeurs pour la conservation du patrimoine.

identifiable et localisable ne peut répondre à l'usage auquel il est destiné.

Enfin, en troisième lieu, la mobilité qui concerne toutes les opérations ou dispositions permettant le mouvement des objets : manipulation, maintenance, circulation, transport, accrochage... La mobilité assure aux biens culturels leur exploitation que ce soit sous la forme de la consultation ou de la médiation (expositions) (Tab. 1).

Ces valeurs ne sont pas hiérarchisées mais fonctionnent en interaction, le registre des unes affirmant ou infirmant le registre des autres.

Ainsi, si nous considérons l'*accessibilité* d'un ensemble d'objets en réserve ou en magasin, le jugement de valeur se basera sur la *rationalité des espaces* et l'*ordre* (valeurs d'état). La valeur d'*ordre*, répondant au critère de conformité, renvoie à la valeur *accessibilité* comme principe agissant d'une réserve bien rangée et efficace (qui peut se traduire par exemple par le critère du temps nécessaire pour disposer d'un objet).

Si nous prenons l'exemple plus prosaïque de la *propreté*, on peut la considérer comme une valeur parce que la présence de poussière a un effet sur l'aspect des objets et leur valeur d'exposition. Elle conduit à l'incapacité de satisfaire les valeurs d'*intégrité* (altération de l'aspect) et de *disponibilité* (les objets ne peuvent être exposés ou prêtés en l'état). Du point de vue de l'évaluation, la valeur *propreté*, comme critère de conformité, active la valeur *disponibilité* comme principe agissant, appelant une prescription.

### Valeurs, normes et critères

Une situation ne peut être appréciée que par rapport à un modèle qui représente ce qui a lieu d'être, ce vers quoi l'on veut tendre. Pour situer le niveau



de performance et déterminer la qualité des conditions de conservation, l'on a ainsi recours à des **normes** ou des **critères**. Ces caractéristiques, qui établissent des liens de dépendances entre elles et dont la distinction avec les valeurs peut être délicate à établir, ont un rôle *instrumental* dans la reconnaissance de l'état du système et la production du jugement de valeur.

Si ces termes peuvent sembler interchangeables, il n'en reste pas moins qu'ils jouent un rôle spécifique dans l'évaluation, venant préciser de façon explicite le rôle des valeurs dont l'existence est souvent implicite. Ce sont aussi ces aspects techniques de l'évaluation qui constituent ce qu'il y a de plus manifestement rationnel dans la démarche. Une congruence est recherchée entre l'expérience et les principes qui gèrent la conservation, entre les buts, les moyens et les conséquences prévisibles de l'action (finalité), car la rationalité suppose d'adapter un ensemble de moyens en vue d'atteindre un but déterminé.

La **norme** désigne une prescription qui indique que quelque chose doit être ou avoir lieu. C'est la face prescriptive de la valeur. La norme est toujours établie en vue d'une fin (résultat d'un comportement, conséquence d'une action). Il faut donc, pour être dans une nécessité normative, que fin et moyen soient voulus mais il y a des choix à opérer car tous les moyens ne sont pas valides. Pour qu'il y ait norme, il doit donc y avoir *volonté* de produire quelque chose. La norme n'est pas une fin en soi : « La norme ne veut rien », dira Kelsen ; il faut que l'on vise quelque chose en posant la norme [Kelsen, 1996, p. 13]. C'est la norme qui signifiera l'acte et qui lui donnera une fin. L'exemple de la norme du climat est significative de ce point de vue : c'est une humidité appropriée par rapport à un contexte qui doit être la norme et non une valeur imposée : « 50 % pour les bois ! ». Mais la fin visée est bien de conserver le bois, ce n'est pas atteindre 50 % d'HR. Cet exemple illustre la confusion qui peut s'installer entre le *nécessaire* et le *possible*, entre moyen et fin. Oscillation entre savoir ce que l'on **veut** faire et savoir ce que l'on **doit** faire, nuance entre fin subjective et fin objective, entre ce qui est désiré et ce qui est obtenu. En tout état de cause, si la fin est bien déterminée, les moyens pour l'exécuter ne le sont pas. C'est bien là toute la question des normes et de leur effectivité, qui se pose. Mais aussi de la finalité de l'évaluation : évaluer pour quelle fin ? Se conformer à des normes ou rendre les biens culturels disponibles et accessibles au public ?

Les **critères** sont des caractéristiques constantes permettant d'apprécier, de sélectionner ou de reconnaître les qualités requises pour établir de bonnes conditions de conservation. Ce sont des spécifications que l'on pose pour juger que quelque chose est conforme aux valeurs [Heinich, 2017, p. 228]. Toute évaluation reste tributaire des règles et des critères qui lui permettent de se construire et d'exister.

Les critères appellent une échelle de valeur permettant de classer les faits en fonction de leur congruence avec l'ordre des choses voulu (conformité d'une situation ou d'une action donnée par rapport à un référentiel). Le jugement peut se traduire par des indicateurs chiffrés (indices), classés

selon une échelle allant d'un pôle positif à un pôle négatif. Cet aspect quantifié donne au jugement un caractère objectif, quelque peu artificiel puisque cohabiteront dans les énoncés des éléments quantifiables se voulant le plus objectifs possibles avec des éléments relevant d'une position subjective que le seul fait d'opérer des choix induit. Mais il reste que ce chiffrage donne une base tangible à ce qui ne pourrait être qu'une sensation ou un sentiment, diverses perceptions pouvant prévaloir pour une même situation.

L'évaluation, telle que nous l'avons envisagée ici, dépasse dans sa conception et sa portée la simple opération de contrôle pour apporter du sens aux dispositifs de conservation. L'évaluation doit être l'outil du changement et non le moyen de soumettre les organisations au dictat du mesurable ou du quantifiable. Elle doit rester une méthode, proposant pour la prévention des risques et des causes de dégradation un outil adapté aux besoins de connaissance et de maîtrise des paramètres des conditions de conservation, de ciblage et d'adaptation des actions à mener au sein des institutions. Les outils et les moyens de l'évaluation peuvent intervenir comme des ressources mobilisables pour faire évoluer les systèmes et non pour les assujettir à une rentabilité ou à une rationalité des conduites culturelles.

#### Références bibliographiques

AVRAMI E., MASON R., DELLA TORRE M., 2000. *Values and Heritage Conservation*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, p. 8.  
 BONNIER B., COLLIN F., PIERPONT G. DE *et al.*, 2003. *Je gère un musée aujourd'hui pour demain, Questionnaire d'audit interne à l'attention des gestionnaires d'institutions muséales*. Bruxelles et Namur : Fondation Roi Baudouin et Musées et société en Wallonie.  
 FORLEO D. (dir.), 2017. *Cronache 7, Epico europeo protocol in preventive conservation. Méthodes d'évaluation de conservation des collections dans les demeures historiques*. Gênes : Sagep Editori.  
 HEINICH N., 2009. *La fabrique du patrimoine. De la cathédrale à la petite cuillère*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme.  
 HEINICH N., 2017. *Des valeurs. Une approche sociologique*. Paris : Gallimard.  
 IPERT S., LE GUEN G., MERIC L., TAPOL B. DE, 2002. *Une méthode d'évaluation des pratiques de conservation préventive dans un*

*service d'archives*. Paris : Direction des Archives de France, La documentation française.

KEENE S., 1991. « Audits of care: collections condition surveys ». In : TODD V. (dir.), *Storage: Conference Preprints*. Londres : UKIC.  
 KELSEN H., 1996. *Théorie générale des normes*. Paris : PUF, coll. Léviathan.

MAIRESSE F., 2010. « Évaluer ou justifier les musées ? ». *La Lettre de l'OCIM* [en ligne], 130 (2010) <http://journals.openedition.org/ocim/130> ; DOI : 10.4000/ocim.130 (mis en ligne le 1<sup>er</sup> juillet 2012, consulté le 7 juillet 2018).

MEYER C. et MINA G.A., 2011. *Un musée de qualité, Auto-évaluation*. Zurich : Association des musées suisses.

POMIAN K., 1987. « Entre l'invisible et le visible : la collection ». In : *Collectionneurs, amateurs et curieux. Paris, Venise : XVI<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle*. Paris : Gallimard, p. 14-59.

PRIGENT M., 2009. « L'idéologie de l'évaluation, la grande imposture ». *Cités* 37.

# Un doute raisonnable : associer les données relatives aux risques et à l'état de conservation afin de pouvoir établir un diagnostic

## Résumé

La prise de décisions en conservation préventive implique de gérer tout un éventail d'incertitudes. Des objets ne se dégradent pas nécessairement dans un environnement jugé nocif et peuvent, en revanche, s'altérer dans des environnements considérés acceptables. Certaines méthodes d'évaluation s'adaptent peut-être mieux à certains problèmes plutôt qu'à d'autres. La crédibilité d'une conclusion peut reposer sur des critères ou des informations qui ne reflètent pas la situation exacte.

L'évaluation de l'état de conservation d'une collection ne renseigne pas sur les dommages non survenus et l'évaluation des risques repose sur la prévision d'événements qui ne se produiront pas forcément. Même lorsque ces deux types d'évaluations sont effectuées, elles peuvent être contradictoires parce qu'elles évaluent des choses différentes. Cette intervention portera sur cette divergence qui peut être plus significative que problématique. Reconnaître des divergences entre des données différentes et s'y adapter peut conduire à mettre en pratique des décisions plus nuancées en matière de conservation. Ce qui permet d'identifier la nature de l'incertitude et incite à une analyse approfondie de la situation. En constatant un écart, l'incertitude peut devenir un outil de diagnostic.

Cette intervention décrit des situations pratiques au sein desquelles un décalage entre les données relatives aux risques et à l'état de conservation peut être significatif, y compris l'audit des collections d'English Heritage qui a pu diagnostiquer des problèmes et mettre au point des analyses en s'appuyant à la fois sur les données relatives aux risques et sur celles concernant l'état de conservation.

## Mots clés

État de conservation, risque, conservation préventive, divergence/écart/décalage, demeures historiques.

## Joel Taylor

Chargé de projet senior,  
The Getty Conservation  
Institute, États-Unis  
jtaylor@getty.edu

## Introduction

Les cartes fascinent depuis qu'elles existent. Elles possèdent souvent une valeur esthétique et utilitaire. Bien que les informations de ces cartes aient été mises à jour depuis longtemps, elles sont devenues des objets convoités par les collectionneurs et des artefacts historiques, à part entière. Ces cartes exercent une réelle fascination non seulement parce qu'elles nous disent où nous sommes mais également qui nous sommes. Les différents éléments qui apparaissent sur une carte reflètent ce qui était important aux yeux de ses créateurs et utilisateurs. Ces



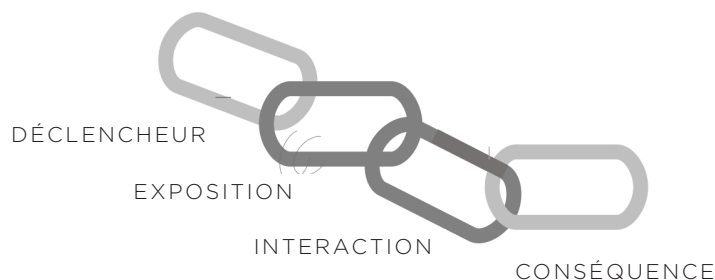


Fig. 2  
Chaîne des risques (basée  
sur Covello and Merkhofer,  
1993).

est un véritable gros plan sur le réseau de l'environnement du musée. Ces approches formulent des questions au sujet du réseau d'interactions. Nous devons émettre des hypothèses sur l'environnement, avec des niveaux élevés d'incertitude.

### *Incertitudes*

La présence d'un risque ne signifie pas nécessairement qu'une altération va se produire, et la présence de symptômes ne pointe pas nécessairement du doigt une seule cause. L'environnement du musée est complexe et les altérations peuvent résulter de l'interaction de plusieurs facteurs, en synergie, ou se compliquant au fil du temps, telles que l'écaillage d'une surface qui peut accroître sa vulnérabilité à une détérioration par manipulation.

Taylor [2005] soulignait que des objets ne font pas toujours ce qu'ils sont censés faire, identifiant quatre grandes catégories en rapport avec les types d'incertitudes lorsque les attentes différaient de la réalité :

- Des objets restant stables dans des conditions considérées « inacceptables ».
- Des objets se détériorant dans des conditions considérées « acceptables ».
- Des objets de même matériau réagissant différemment au même environnement.
- Des objets dont la détérioration n'est pas toujours visible ou dont les symptômes sont évidents.

Ces incertitudes influent sur différents types d'évaluations, de diverses manières. Le comportement d'un objet ne correspondant pas aux prévisions pose des problèmes au niveau de l'évaluation des risques. La détérioration d'un objet ne présentant pas de symptômes identifiables pose des problèmes au niveau de l'évaluation de l'état de conservation. Les deux approches sont entachées de plusieurs zones d'incertitude.

Le terrain représente la manière dont les matériaux répondent à leur environnement, lequel ne fournit pas (et ne peut fournir) une représentation complète de chaque situation. Jorge Luis Borges [1946] avertissait de l'impossibilité d'atteindre l'exactitude absolue, en racontant une brève anecdote sur des cartographes qui étaient devenus si obsédés par la réduction de l'incertitude

qu'ils avaient créé une carte à l'échelle 1:1. D'un point de vue réaliste, les conservateurs-restaurateurs doivent affronter les incertitudes, de diverses façons.

Chaque représentation traite différemment les incertitudes. Bien que cela puisse être perçu comme une opportunité pour choisir l'approche qui présentera le plus faible degré d'incertitude, il existe encore une autre opportunité. Au lieu de voir diverses approches comme rivales, et des résultats contradictoires comme problématiques, les différentes évaluations pourraient être envisagées comme se renforçant mutuellement et solidairement contre les incertitudes inhérentes de l'autre.

« Les experts hésitants se sentent contraints de déclarer des certitudes... [Donc] deux personnes qui sont d'accord et partagent la même incertitude, peuvent avoir des avis différents. » [Ashley-Smith, 1999, p. 336]. De la même manière, la différence entre les résultats des méthodes d'évaluation peut ne pas signifier que l'une des évaluations est fausse. Cela peut signifier qu'une différence au niveau des données est significative.

### Divergence

Lorsque les évaluations mesurent des aspects différents, l'on peut s'attendre à des divergences. Des approches qui ciblent des causes (risque) ou des effets (état de conservation) s'en tiennent aux hypothèses qui découlent de leur usage (Tab. 1).

Les causes connues nous éclairent sur les effets. Les effets connus nous éclairent sur les causes. Les différences individuelles peuvent résulter d'une méthode plus précise qu'une autre, mais ces méthodes sont destinées à élargir les perspectives. Cette divergence, relevée dans la pratique, peut s'expliquer par plusieurs raisons et refléter les aspects pratiques de l'évaluation en conservation préventive.

*Tab. 1*  
Types d'inférence et problèmes potentiels en matière d'évaluation de la conservation préventive [Taylor, 2005].

Relation de causalité	Problèmes liés aux inférences
Une cause implique un effet	Un risque auquel des objets sont exposés peut ne pas les affecter. Toutes les causes sont traitées de la même façon, indépendamment de leur effet sur la collection.
Aucune cause n'implique aucun effet	Des phénomènes inhabituels ne seraient pas décelés tels que la moisissure à une humidité relative modérée. Des objets intrinsèquement instables peuvent se détériorer dans des environnements considérés comme appropriés.
L'effet implique la cause	Les données relatives à l'état de conservation ne différencient pas les causes (multiples). La détérioration antérieure peut être visible mais ne pas poser de problèmes.
Aucun effet n'implique aucune cause	Les effets peuvent être latents ou simplement difficiles à détecter. Les risques catastrophiques sont des phénomènes à déclenchement rapide.



### *Type de risque*

Waller [1994] répertorie différents types de risques : risque rare ; risques à déclenchement rapide qui peuvent être catastrophiques tels que les tremblements de terre ; faible niveau de risques qui sont déterministes dans la nature tels que la pollution ou la lumière ; et les événements sporadiques tels que la chute d'un objet ou une infestation parasitaire, qui ne sont ni rares ni constants. L'évaluation de l'état de conservation fournit une certitude sur des risques déterministes, signes réels d'un impact plutôt que de suppositions. L'évaluation des risques fournit des estimations sur la probabilité d'un feu ou d'une inondation, qui ne peuvent être tirées de l'observation de l'objet.

### *Relations temporelles*

Différentes évaluations étudient divers points en temps utile, différentes parties de la chaîne de risques. Les altérations latentes, que ne peut encore apprécier l'évaluateur, seront consignées dans une évaluation des risques. Les symptômes visibles ne seront pas automatiquement relevés mais cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de changement. Cette situation peut également s'appliquer à des risques catastrophiques. La différence entre ce qui s'est vraiment passé dans le passé et ce qui va vraisemblablement se produire dans le futur peut définir une approche nuancée quant à la planification.

### *Des objets qui ne se comportent pas comme prévu*

Tous les environnements qui abritent des collections sont imprévisibles. Comme indiqué, la théorie sur la manière dont un objet devrait se détériorer ne correspond pas toujours à la réalité. De par leur nature, les prévisions font le choix de la théorie au lieu de s'attacher à la réalité des faits. Bien qu'il puisse être intéressant de signaler que des objets s'altéreront à une certaine fréquence, ou perdureront un certain temps, seule l'observation révélera des symptômes de risques déterministes sur les différents matériaux. Si une collection est stable en dehors des niveaux recommandés comme « *safe* », l'état de conservation et les altérations prédites peuvent différer. Cela pourrait s'expliquer par l'exposition antérieure des objets à des niveaux élevés d'un risque, ou étant simplement plus robuste qu'en théorie. Des objets pourraient être plus sensibles que d'expérience ou leur vulnérabilité pourrait s'aggraver au fil du temps. La divergence met en lumière ces questions.

La détérioration liée à un vice inhérent au matériau, pouvant se produire dans des conditions environnementales stables ou modérées, n'obtiendra pas un *score* très élevé à l'évaluation des risques.

### *Altérations causées dans le passé*

Les altérations causées par le passé ne sont pas un indicateur de ce qui pourrait se produire dans le futur. Un objet conservé peut évoluer différemment après intervention [Waller, 2003]. Même un objet identique peut différer suivant l'observation et la prévision. Les symptômes peuvent être liés à



une précédente exposition aux risques, telle qu'une décoloration accrue due à différents environnements ou le dépôt graduel d'un polluant désormais réglementé. En considérant que le changement prévu permet l'implication de différents symptômes qui seront analysés et mieux compris dans leur contexte.

### *Lieux et déplacements*

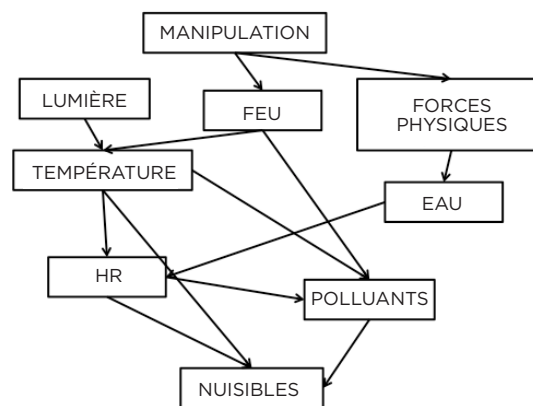
Les objets qui se trouvent dans des bâtiments historiques peuvent être souvent déplacés. Y compris les matériaux les plus intégrés comme, par exemple, les panneaux muraux du palais de Kew qui furent achetés en France. Les escaliers des demeures historiques ont également été déplacés. Il est arrivé que des photos historiques impliquent le déplacement d'ornements dans ou hors-champ. Des objets ont pu être placés à un endroit précis pendant quelque temps et avoir une histoire riche. L'altération ne peut être liée à l'emplacement. Comme les musées, les objets que contiennent les demeures historiques ont souvent une histoire antérieure à leur arrivée à leur emplacement. Une interprétation excessive des altérations peut induire en erreur.

Les prévisions peuvent souvent ignorer une activité passée, en contournant ce problème. Des concepts tels que « *proofing* » [Michalski, 2009], qui recourent aux connaissances propres à l'histoire d'une collection, peuvent cependant être limités par des incertitudes liées à l'emplacement antérieur des objets, et pour des objets sur le point d'être déplacés, cela peut signifier que les risques identifiés appartiennent à un endroit où ils ne sont pas localisés.

### *Effets synergiques*

En divisant les risques en différents agents, on peut déboucher sur une séparation contre nature des problèmes touchant les collections. De nombreuses altérations sont le résultat de plus d'un risque. Même si une altération émane d'un risque précis, il peut exister des facteurs influents, tels que la température et l'humidité relative affectant le taux de dépôt de polluants sur des objets. Taylor [2012] présente un exemple schématique des relations entre les risques, en s'appuyant sur dix agents de détérioration (Fig. 3).

*Fig. 3*  
Schéma représentant l'interaction de risques, divisés en agents de détérioration – des relations qui seront représentées différemment suivant les différentes évaluations [Taylor, 2012].



Les évaluations de risques présentent des études détaillées de ces risques individuels, couvrant différentes collections. Les évaluations sur l'état de conservation considèrent les altérations accumulées, d'un point de vue holistique, d'une collection à l'autre. Ces approches sont complémentaires.

#### *Données non représentatives et/ou évaluations subjectives*

Les informations peuvent parfois être enregistrées ou interprétées différemment, dans divers contextes. Cela pourrait poser un problème avec le recueil de données techniques ou le manque de fiabilité des évaluations. L'évaluation de l'état de conservation ne peut être présumée cohérente en interne et peut être une source majeure d'incertitude [Taylor, 2013]. Les évaluations des risques n'ont pas fait l'objet de ce type d'étude, mais des jugements subjectifs sont requis, tels que la perte de valeur. Les deux évaluations regardent les conséquences d'un changement du matériau, qui ne correspondent pas simplement à un pourcentage de la perte ou de l'altération de celui-ci. Les deux évaluations, qui ont pour but ultime d'identifier les valeurs de la collection, sont subjectives, variables et interdépendantes.

Parfois, certaines données ne sont pas accessibles – des phénomènes qui ne font pas l'objet d'une surveillance, ou ne sont pas surveillés suffisamment longtemps pour formuler une prédiction valable. English Heritage a été confronté à un problème lors de l'évaluation de biens immobiliers récemment répertoriés. Les collections représentaient la principale source d'informations car des campagnes de suivi avaient commencé peu de temps avant la période de sondage. Parfois, les données ne sont pas disponibles ou accessibles.

Un objet peut être détérioré pour plusieurs raisons, et toutes ne font pas l'objet d'un contrôle à chaque endroit. Par conséquent, on peut détecter la présence d'altérations mais le risque lié à la cause peut être faible.

Il peut également arriver que des données soient simplement erronées. Des capteurs de données non calibrés ou mal placés peuvent fournir des informations dans le format souhaité, et sembler plausibles. Il est difficile de savoir sans avoir mis en balance un autre type de données.

#### *Atténuation du risque*

English Heritage avait fait état d'une divergence entre l'état de conservation et le risque, des problèmes abordés dans une première étude ne présentant pas d'altérations dans des études postérieures, en raison de mesures d'atténuation fructueuses. Bien que les mesures d'atténuation fructueuses puissent impliquer que le risque devrait être réduit, des risques tels que les infestations parasitaires ne peuvent être écartées. Un risque élevé était un moyen d'indiquer des besoins en ressource et formation, encore nécessaires pour maintenir le niveau d'efficacité des mesures d'atténuation.

Le changement de situations signifie que des perspectives temporelles peuvent être liées à différentes questions. Il n'existe peut-être pas de risque aujourd'hui, mais la connaissance de niveaux d'infestation dans le passé et le besoin d'une gestion active ont signifié que des risques antérieurs et

postérieurs ne diffèreraient pas seulement du présent (et par conséquent les évaluations des risques et de l'état de conservation), mais attireraient l'attention sur la situation.

### **Découverte à travers la divergence**

Tous ces exemples montrent qu'une divergence peut révéler des faits concernant une collection, lesquels permettront de comprendre ses besoins. Ces exemples ne sont pas exhaustifs et témoignent de questions plus vastes. À tout le moins, l'analyse de divergences peut soulever des questions susceptibles d'éclairer les conservateurs-restaurateurs qui leur permettront de comprendre plus en profondeur la situation et de clarifier les données (risque ou état de conservation), comportant une certaine part d'incertitude, à travers une perspective différente.

Le travail dans le domaine de la psychologie cognitive a démontré que l'étude d'une divergence pouvait être un gage de performance élevée dans des tâches de raisonnement. Dunbar [1993] avait créé une tâche de raisonnement qui s'appuyait sur une situation réelle – des expériences réalisées par les biologistes français François Jacob, André Lwoff et Jacques Monod, lesquels avaient contribué au prix Nobel de médecine en 1965. Des sujets ont examiné ces données des scientifiques – des données qui contenaient des divergences et des contradictions apparentes. Cette tentative de les expliquer a permis à des sujets de découvrir des informations qui ont donné lieu à la découverte. L'utilisation d'un problème complexe, tiré du monde réel, a signifié que l'approche était capable de reconnaître les nuances des types de données et des types de raisonnement impliqué. Jusque-là, des travaux expérimentaux sur des tâches de raisonnement avaient montré une tendance à confirmer des hypothèses et préjugés en faveur de croyances initiales (ainsi qu'une tendance à s'attacher à ces croyances dans le contexte de falsification de preuves).

Dans une étude, des sujets se sont vu attribuer une tâche s'appuyant sur une série d'expériences utilisées par Jacob et Monod pour découvrir comment des gènes étaient contrôlés. En utilisant un laboratoire de génétique moléculaire simulé sur ordinateur, on leur enseigna des données de base sur la biologie moléculaire et des techniques expérimentales. Après cette courte formation, on leur demanda de découvrir comment des gènes étaient contrôlés par d'autres gènes. Certains ont essayé de confirmer leur hypothèse initiale, mais aucun d'entre eux n'a découvert la règle. Ceux qui relevèrent des preuves contredisant leur hypothèse ont fixé pour nouvel objectif de tenter d'expliquer la cause des résultats contradictoires, et sont parvenus à trouver la règle. Lorsqu'il a été demandé aux sujets de tester deux mécanismes de contrôle, l'un cohérent et l'autre contradictoire avec leur hypothèse initiale, le taux de succès de la découverte de la règle a doublé. L'expérience de Dunbar [1993] a révélé que des interrogations plus profondes et autres analyses judicieuses sont provenues de sujets qui ont tenté d'expliquer les écarts entre les données, au lieu d'essayer de vérifier des hypothèses ou des règles.

Cette simulation de la vie réelle a des similitudes avec la conservation

préventive. Lorsque les données sont incertaines, il est facile de confirmer une hypothèse irréfutable. En visualisant les données, on cherche des schémas. Pourtant, lorsque les données sont incertaines ou ambiguës, on peut soutenir plus d'une explication ou schéma. En cherchant à apprendre sur les causes à travers seulement l'étude des effets, ou sur les effets à travers seulement l'étude des causes, on peut aboutir à plusieurs limites pratiques [Taylor, 2005, Tab. 1]. La façon dont une question est posée peut avoir de grandes répercussions sur le résultat.

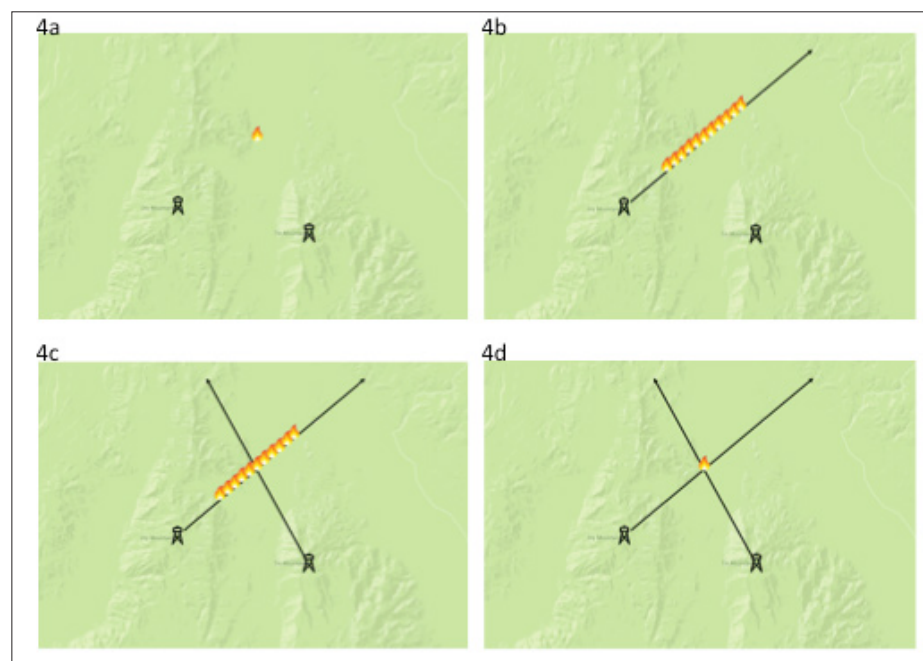
L'intégration d'évaluations des risques et d'études sur l'état de conservation peut mettre en lumière des disparités en conservation préventive, les données offrant des perspectives de diagnostic. Une humidité relative élevée, sans altération ni dégradation physique où aucune n'était attendue, sont des résultats concrets qui se dégagent d'évaluations intégrées des risques et de l'état de conservation [Xavier-Rowe et Thickett, 2017]. Différents types de données permettent de tirer des déductions réelles, et des questionnements profonds sur la situation à mettre au premier plan.

### Triangulation

En revenant sur le thème des cartes, cette intégration fait écho à la manière bien établie et efficace dont les personnes ont surmonté les incertitudes au sein de leur territoire environnant, en adoptant littéralement différentes perspectives du même territoire. Citons, par exemple, l'utilisation de tours de guet pour lutter contre des feux de forêt, lorsqu'une tour pourrait repérer de la fumée mais sa distance et l'ampleur du problème demeurent incertains [Taylor, 2018]. Faire appel à une tour qui observe le même territoire sous un autre angle permet de confirmer (ou mettre en doute) un incendie et de le localiser (Fig. 4). On a appliqué cette méthode depuis l'Antiquité, laquelle reste une approche pragmatique de ce type de problèmes.

En termes de conservation préventive, il s'agit d'incertitudes inhérentes aux représentations que nous utilisons. L'utilisation de données pour corroborer une explication peut aboutir à des hypothèses erronées, validées par des données ambiguës. La suppression d'éventuelles explications doit être fondée sur des certitudes lorsqu'il est question d'éviter le rejet de causes réelles. L'analyse des causes visant à tirer des conclusions sur les effets encombre notre compréhension théorique de la détérioration qui ne peut être étayée. D'après le Tab. 1, les problèmes relatifs à l'utilisation d'une seule perspective, quelle qu'elle soit, passent au premier plan. Comme dans le cas des tours de guet, ces problèmes peuvent être évités par la triangulation des risques et de l'état de conservation à clarifier. L'identification de causes similaires d'altérations parmi différents matériaux peut également aider à affiner les données relatives à l'état de conservation et à mettre en relation l'évaluation des risques [Taylor, 2002]. Des environnements complexes peuvent bénéficier de l'adoption de nuances et de la définition d'incertitude. Reconnaître la valeur de la divergence de données relatives à la conservation préventive constitue une avancée dans cette direction.

Fig. 4  
Aperçu schématique d'une  
approche simple mais  
efficace de la gestion de  
feux de forêt, à travers  
la coordination entre  
différentes tours apportant  
différents points de vue  
[Taylor, 2018].



#### *Dans la pratique*

Concrètement, cela peut se voir dans l'audit des collections nationales d'English Heritage qui était en fait conçu pour intégrer l'évaluation des risques et l'évaluation de l'état de conservation de la collection [Taylor, 2002, 2005]. Au cours de l'audit, les données provenant de certains espaces de stockage dans la même région ont montré des divergences similaires : un faible *risk score* et un important *damage score* pour l'humidité relative [Xavier-Rowe *et al.*, 2008]. Cela pourrait être dû au fait que des objets étaient plus sensibles qu'aux niveaux recommandés, que les altérations enregistrées étaient anciennes, qu'il s'était glissé une erreur générale dans l'évaluation visuelle de la collection ou pour différentes raisons, ayant toutes diverses implications. En cherchant à expliquer la divergence, il s'est avéré que les enregistreurs de données concernant l'humidité relative mesuraient systématiquement celle-ci en deçà de ce qu'elle n'était en réalité. Cette question pourrait être examinée de manière efficace car des matériaux ont été documentés, ainsi que les causes possibles des altérations [Taylor, 2005]. Différents matériaux, avec différents processus de détérioration, de même que les moniteurs, pourraient faire l'objet d'une vérification pour analyser ces éléments. Le résultat a conduit à une amélioration du protocole de contrôle et de calibrage, ainsi qu'à la modification de l'évaluation des risques. D'autres risques présentaient un certain degré de certitude, comme les deux perspectives avaient constaté la même situation, à savoir la présence ou l'absence d'un risque.

Une application de cette approche a généré d'autres avantages, dans la pratique. Un avantage a été relevé dans une propriété historique au sein de laquelle des agents non spécialistes avaient été impliqués dans



l'évaluation : la mise en commun des questions relatives aux risques et à l'état de conservation a ainsi facilité la communication sur des questions relatives à la conservation préventive auprès de personnes qui ne sont pas des spécialistes [Boersma, 2017]. Leurs connaissances ont été indispensables à la compréhension des valeurs des collections et des pratiques de l'institution, la décision finale sur les priorités leur incombant. Mais, ils devaient mieux comprendre les questions relatives à la conservation préventive avant de s'engager réellement dans le processus, et utiliser les informations.

Une problématique au niveau d'un espace de stockage au National Museum of Wales abritant une collection de minéraux s'est articulée autour d'une étude sur les risques et l'état de conservation [Baars, 2016]. Grâce à la triangulation des données, il a été possible de définir les types de causes qui auraient pu être responsables de la corrosion des produits observée au cours de l'évaluation de la collection, et par le biais d'une évaluation des risques, il a été possible d'identifier les types d'articles de la collection les plus vulnérables. Sans la triangulation des données, l'étude aurait nécessité plus de temps et de ressources pour identifier le problème. Les différences entre les types de collection et les connaissances sur leur altération ont fourni une conclusion qui aurait pu éluder des évaluations, sous un seul angle.

## **Conclusion**

Ce qui peut apparaître comme un inconvénient ou un problème pour la conservation préventive peut être, en réalité, un atout stratégique qui accroît la compréhension à tous les niveaux.

Cette intervention s'est appuyée sur une analogie à caractère cartographique pour démontrer les avantages d'un élargissement des perspectives, mais il est possible d'aborder cette analogie d'une autre façon en tenant compte de la prévision future (risque) comme la carte – une représentation des choses que nous devrions connaître qui évoluent, et des altérations observées (état de conservation) comme le territoire – une vision spécifique du territoire réel à un moment précis. En s'appuyant sur une seule approche, on peut commettre des erreurs d'interprétation ou renoncer à des opportunités. L'évaluation des risques peut déterminer la théorie sur ce que les objets sont censés faire et non sur ce qui se passera. L'évaluation de l'état de conservation révèle l'état, mais pas tout le potentiel de changement. Si ces évaluations sont indépendantes l'un de l'autre, et servent à éclaircir les explications de l'autre, il y a une possibilité de trouver des éléments, qui ne pouvaient être détectés auparavant.

### Références bibliographiques

- ASHLEY-SMITH J., 1999. *Risk Assessment for Object Conservation*. Oxford : Butterworth-Heinemann.
- BAARS C., 2016. *Investigation into Damage to Multiple Mineral Species in a Museum Store*. Mémoire non publié, Cardiff University.
- BOERSMA F., 2017. Communication personnelle, Los Angeles, janvier 2017.
- BORGES J. L., 1946. « Del rigor en la ciencia », in *Id., Historia universal de la infamia* (1954), p. 131-132.
- COVELLO V.T., MERKHOFFER M.W., 1993. *Risk Assessment Methods : Approaches for Assessing Health and Environmental Risks*. Boston, MA : Springer.
- DUNBAR K., 1993. « Concept discovery in a scientific domain ». *Cognitive Science* 17 (3), p. 397-434.
- MICHALSKI S., 2009. « The Ideal Climate, Risk Management, the ASHRAE Chapter, Proofed Fluctuations, and Towards a Full Risk Analysis Model », in *Alternative Climate Controls for Historic Buildings*, Getty Conservation Institute [en ligne] [http://www.getty.edu/conservation/our\\_projects/science/climate/paper\\_michalski.pdf](http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf).
- TAYLOR J., 2002. « Cause – Effect system ». In : *Internal memorandum as employee at English Heritage*.
- TAYLOR J., 2005. « An integrated approach to risk assessments and condition surveys ». *Journal of the American Institute for Conservation* 44 (2), p. 127-141.
- TAYLOR J., 2012. « Distinguishing between the Map and the Territory : Synergy in agent-based approaches to risk assessment ». In : *Collections: A Journal for Museums and Archives Professionals* 8 (4), p. 297-306.
- TAYLOR J., 2013. « Causes and extent of variation in collection condition survey data ». *Studies in Conservation* 58 (2), p. 95-106.
- TAYLOR J., 2018. « In the quest for certainty : tensions from cause-and-effect deductions in preventive conservation ». In : *Journal of the Institute of Conservation* 41(1), p. 16-31.
- WALLER R.R., 1994. « Conservation risk assessment : A strategy for managing resources for preventive conservation ». *Studies in Conservation* 39 (sup. 2), p. 12-16.
- WALLER R.R., 2003. *Cultural Property Risk Analysis Model: Development and Application to Preventive Conservation at the Canadian Museum of Nature*. Göteborg : Acta Universitatis Gothoburgensis.
- XAVIER-ROWE A., FRY C. ET BETHAN S., 2008. « Power to Prioritize : Applying Risk and Condition Information to the Management of Dispersed Collections ». In : *Studies in Conservation* 53 (sup. 1), p. 186-191.
- XAVIER-ROWE A. ET THICKETT D., 2017. *Personal communication and English Heritage risk-condition audit*. Teleconference, August 2017.

# La vie après une évaluation des risques et de l'état de conservation d'une collection

## Résumé

En 2010, English Heritage a publié, en interne, les résultats d'une étude nationale sur les risques et l'état de conservation, intitulée *State of English Heritage Collections Report* et qui a eu un effet profondément positif sur les ressources allouées à la conservation préventive. En s'appuyant sur les éléments recueillis au terme d'une étude sur l'état de conservation de plus de 12 000 objets répartis sur 115 sites et les risques qu'ils encouraient, des facteurs de risque pouvant provoquer des altérations ont été classés, fournissant un outil réellement efficace pour hiérarchiser les actions de conservation préventive à l'échelle nationale, par territoire et par bien. La méthodologie de l'étude sera évoquée brièvement. L'intervention cherchera à expliquer comment et pourquoi l'étude *State of Collections* est devenue la force motrice de changements au cours des sept dernières années. Les effets ont été très divers, allant de l'amélioration des réserves et des vitrines à l'investissement dans le nettoyage de conservation et les sciences de la conservation. Grâce à une gestion efficace des risques, guidée par les conservateurs-restaurateurs et les scientifiques spécialistes de la conservation, la préservation et l'accès aux collections, qu'elles soient entreposées ou exposées, ont fait l'objet d'une transformation. La démarche visant à compléter une étude du suivi à l'échelle nationale sera également décrite.

## Mots clés

Conservation préventive, évaluation croisée de l'état et des risques, entretien des collections, collections patrimoniales.

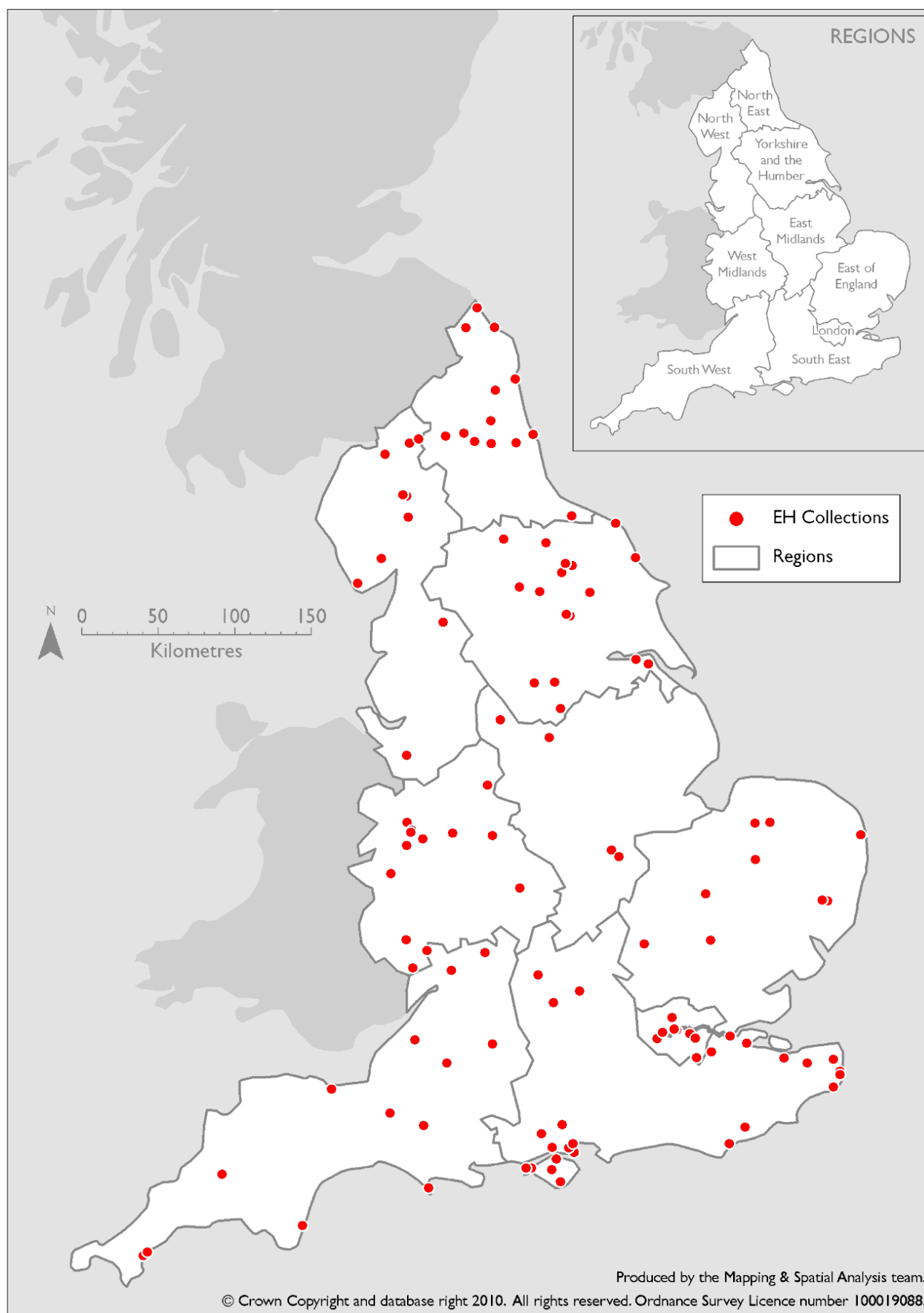
## Introduction

En 2010, English Heritage (EH) a mené une étude nationale sur l'état et les risques encourus par les collections. Les résultats étaient présentés dans le rapport *State of EH Collections Report* qui définissait les priorités en matière de conservation préventive, au cours des dix années suivantes, jusqu'en 2020. Ce rapport a été suivi d'un examen des progrès à mi-parcours, qui s'est achevé en 2016. Faisant suite à un résumé de la méthodologie de l'étude déjà publié [Xavier-Rowe et Fry, 2011], cette intervention traitera de l'impact de l'étude et ses résultats sur la mise au point d'un plan de conservation préventive, sur une base durable, au sein d'English Heritage. L'intervention conclura sur une brève description des plans visant à compléter la seconde étude nationale d'ici 2020.

## Amber Xavier-Rowe

Directeur de la conservation des collections, English Heritage, Royaume-Uni  
amber.xavier-rowe@english-heritage.org.uk

Fig. 1  
Carte indiquant les 115 sites d'English Heritage qui abritent des collections.



<b>Facteurs de risque</b>	<b>Exemples</b>
Poussière, saleté et manipulation	Poussière sur un objet due à un entretien insuffisant ; altérations physiques liées à une mauvaise manipulation, telles que des ébréchures, des rayures/éraflures ou des pertes.
Lumière	Décoloration des teintures et des peintures, fragilisation.
Humidité incorrecte	Fissures, déchirures, déformation liée à une humidité relative (HR) faible et variable ; corrosion et formation de moisissure liée à une humidité relative élevée.
Nuisibles	Altérations et saleté liées à la présence d'insectes nuisibles, d'oiseaux, de rongeurs et de chauve-souris.
Conditions d'exposition et d'entreposage	Ternissement de l'argent lié aux matériaux des présentoirs inadéquats ; écrasement lié à un stockage excessif ; abrasion causée par un support inapproprié.
Sûreté & Sécurité	Incendie, inondation, vol ou vandalisme.
Détérioration intrinsèque	Des détériorations de matériaux liées, en grande partie, à leur composition plutôt qu'aux conditions de stockage, incluant les pellicules photographiques et le plastique.
Documentation	Documentation incomplète ou manquante, numéro d'identification non indiqué sur un objet. L'absence de documents concernant certains objets, par exemple des spécimens d'histoire naturelle ou d'archéologie, pouvant signifier une perte de la valeur informative. Cela peut être le signe d'une conservation de la collection médiocre et entraîner une négligence prolongée.

*Tab. 1*  
Facteurs de risque  
d'English Heritage, 2010  
[Xavier-Rowe, 2011].

## Méthodologie de l'étude

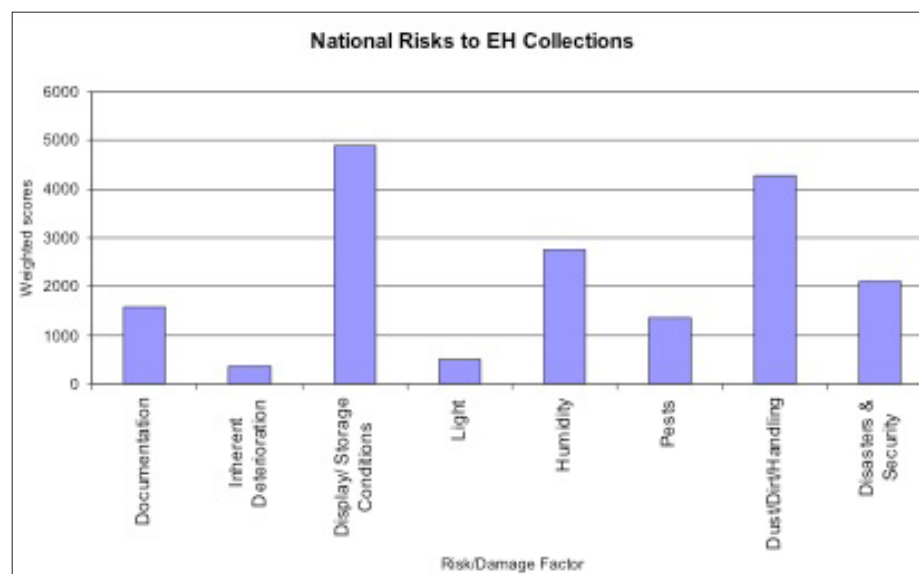
English Heritage est une organisation caritative chargée de la conservation de plus de 400 sites et d'un demi-million d'objets à travers l'Angleterre. 115 demeures historiques, musées et réserves abritent les collections (Fig. 1). La conservation d'une collection dispersée à travers une multitude de sites et abritée dans différents types de bâtiments – des châteaux, des musées, des demeures historiques et des tunnels souterrains – constitue un véritable défi.

L'étude des risques et de l'état de conservation des collections, menée de 2004 à 2009, a été entreprise par l'équipe chargée de la conservation des collections d'English Heritage en collaboration avec des conservateurs-restaurateurs consultants externes, Frances Halahan et Jennifer Dinsmore. Cette étude a produit des informations de référence permettant d'identifier les principaux risques auxquels sont confrontés un demi-million d'objets sous la protection d'English Heritage, et a débouché sur des plans d'actions prioritaires, en vue de réduire ces risques dans les dix prochaines années, jusqu'en 2020.

Le croisement d'informations tirées de l'évaluation des risques d'un site et de l'état de conservation d'un échantillon d'objets de la collection s'est inspiré du travail du Dr Joel Taylor. Taylor affirme que l'état de conservation



Fig. 2  
Aperçu des facteurs de  
risque auxquels sont  
confrontées les collections  
d'English Heritage, à  
l'échelle nationale.



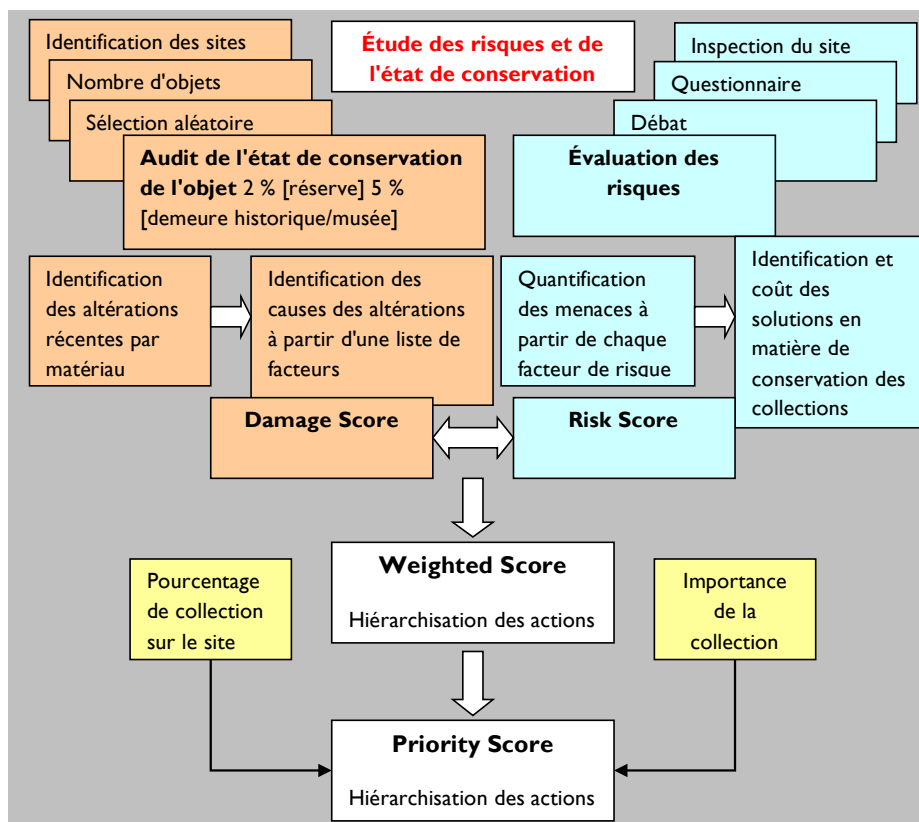
de la collection est indispensable pour évaluer et déterminer les facteurs de risque susceptibles de causer activement ou très probablement des altérations. « La corroboration entre une évaluation des risques et une étude sur l'état de conservation indique l'exposition et la conséquence des risques » [Taylor, 2005].

La méthodologie de l'étude intègre l'état de conservation de l'objet, l'évaluation des risques sur le site et l'importance de la collection, pour définir et hiérarchiser les solutions préventives à travers différents sites [Xavier-Rowe et Fry, 2011]. Elle passe par la quantification des signes d'altérations, à partir d'une étude de l'état de conservation d'un échantillon d'objets (le Damage Score), et des niveaux de risque découlant de l'évaluation de risques (le Risk Score).

L'évaluation de l'état de conservation et des risques appliquait un ensemble de facteurs de risques communs (Tab. 1). Ces facteurs ont été adaptés en fonction des risques à l'échelle des collections de musée développés par Michalski (définition d'agents de détérioration) en 1990, et Waller (définition de types de risque) en 1994.

Les mêmes consultants en conservation expérimentés ont participé à chaque étude sur le site, aux côtés des conservateurs-restaurateurs d'English Heritage, afin d'assurer la cohérence.

L'évaluation des risques pour chaque site s'articulait autour des huit facteurs de risque d'English Heritage, répertoriés dans le Tab. 1. Un questionnaire rempli par un représentant de l'équipe interne a permis d'évaluer si un système de conservation particulier était appliqué aux collections, comme par exemple le piégeage d'insectes nuisibles. Si un système avait été mis en place et maintenu, le potentiel d'un facteur de risque causant des dommages aurait été alors considérablement réduit. En revanche, si la réponse à la question était « non », signifiant qu'un système de conservation



n'était pas mis en place à l'égard des collections, la probabilité d'une altération était alors considérée plus élevée, des solutions (et coûts correspondants) étaient alors recommandées. Le niveau de risque auquel une collection est exposée était représenté par une cote de risque. Le calcul était le suivant : la probabilité du facteur de risque (P) x la quantité de la collection exposée au risque (Q) x la perte potentielle de la valeur affichée ou de la valeur informative (LV).

L'étude sur l'état de conservation a porté sur un échantillon aléatoire d'objets provenant de chaque site (5 % pour la collection mixte d'une demeure historique ou d'un musée et 2 % pour une réserve). Plus de 12 000 objets ont été évalués à travers 115 sites. Différents types d'altérations étaient prédéfinis pour chaque composant d'un objet. La cause de l'altération était alors identifiée à partir de la liste standard de facteurs de risque (Tab. 1). Seules les altérations récentes (ayant été causées au cours des dix dernières années) étaient indiquées.

Les données résultant de l'évaluation du risque et de l'étude sur l'état de conservation de l'objet ont produit un résultat pondéré. Les résultats pondérés de chaque facteur de risque ont été totalisés et représentés sous forme de diagramme en colonnes (Fig. 2), afin d'avoir un aperçu, à l'échelle nationale, des risques auxquels les collections d'English Heritage sont exposées. Cette vue d'ensemble a permis de définir et de mettre en évidence l'affectation des ressources.

Afin de hiérarchiser les actions de conservation préventive à travers les différents sites, les résultats pondérés étaient multipliés par l'importance de la collection sur le site et le nombre d'objets à chaque endroit. La cote de priorité qui en résultait permettait de mettre en place des plans de conservation des collections prioritaires. La Fig. 3 résume la méthodologie.

## **Impacts**

Les différents impacts du rapport *State of EH Collections Report 2010*, étendus et spécifiques, sont décrits ci-dessous.

### *Conservation préventive*

Le premier impact du rapport *State of EH Collections Report 2010* a été de mettre en lumière le rôle de la conservation préventive comme principale stratégie, afin de réduire les facteurs de risque, moyens et élevés. Les conservateurs-restaurateurs et scientifiques spécialisés en conservation, au sein des équipes chargées de la conservation des collections, ont ainsi planifié et mis en œuvre des plans de conservation préventive concernant les points suivants :

1. environnement de stockage, méthodes d'emballage et matériaux de stockage ;
2. conception technique, fabrication ou rénovation des étalages/vitrines ;
3. nettoyage de conservation ;
4. stratégies de protection concernant l'accès des visiteurs pendant les représentations, les tournages, ainsi que les séances de photographie et les travaux de construction ;
5. déplacement et transport des objets ;
6. contrôle environnemental concernant l'humidité, la température, la lumière, la poussière et les polluants ;
7. gestion des insectes nuisibles ;
8. plan d'urgence et de sauvetage, et formation ;
9. études ciblées sur l'état de conservation et évaluation des risques.

### *Contrôle des ressources*

L'équipe chargée de la conservation des collections est parvenue à influencer d'autres acteurs (généralement ceux en charge des budgets) pour établir des normes de conservation préventive visant à un contrôle direct du personnel et des budgets. Le leadership central de la conservation, qui compte sur des équipes locales, a permis de cibler les ressources de façon efficace, flexible et compétente. Il en est également résulté un accroissement des ressources en termes de finance et de personnel (un nombre supérieur de conservateurs-restaurateurs, de scientifiques spécialisés dans la conservation et d'assistants pour la conservation des collections).

### *Sciences de la conservation*

La mise en place de la conservation préventive et des sciences de la conservation au sein des équipes chargées de la conservation des collections

LEVEL 1	supporters			financial sustainability		
	number of members (snapshot at year end)			Trading profit		
	Mkt + HPD	X.Xm	A	Res	XX%	M

Fig. 4  
Indicateurs essentiels de performance prioritaires, EH Corporate KPI Register 2018-2019 (avec suppression d'informations commerciales sensibles).

LEVEL 1	public benefit											
	conservation & stewardship						public access & inspiration			organisational wellbeing		
	% of historic properties in 'acceptable condition'						Progress on collections care + conservation action plans			Total visitors		
	Est+Cur	Maintain	A	Cur	70%	Q	Mkt+HPD	X.Xm	M	Res	100%	A

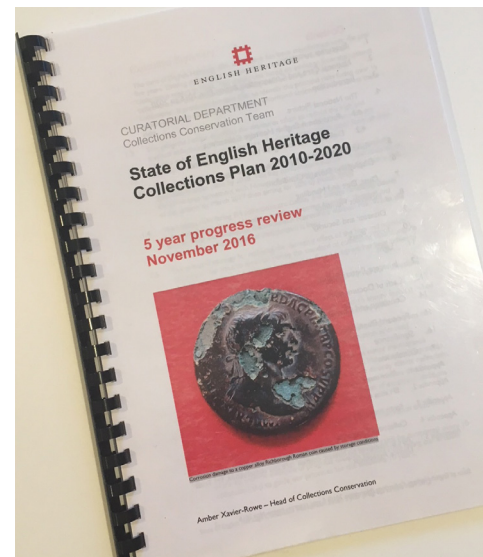
ont amélioré la qualité et la rentabilité économique de la conservation préventive, sur nos sites et dans nos réserves. Des questions essentielles, liées par exemple au maintien de niveaux d'humidité relative, à l'entreposage et à l'exposition des objets archéologiques en alliage de fer et cuivre, ont trouvé des réponses auprès des scientifiques d'English Heritage, ayant un impact direct sur la conception technique de nos vitrines/étalages, sur le type de bacs de stockage en plastique utilisés, sur la hauteur d'empilement et sur la périodicité à laquelle il convient de remplacer le gel de silice qui absorbe l'humidité. L'équipe a renforcé ses compétences en conservation préventive, une priorité qui doit être maintenue et développée.

#### *Impact global (influence sur les directeurs)*

English Heritage est devenu une organisation caritative en 2015, sous contrat de bail immobilier avec le gouvernement britannique, pour conserver et exploiter la collection nationale des biens immobiliers, monuments et collections. La norme à atteindre concernant la préservation des collections est présentée en annexe au contrat de bail immobilier intitulé *Normes relatives à la conservation des biens historiques*. L'étude *State of Collections Report* est directement à la base de la création d'un indicateur essentiel de performance (*key performance indicator/KPI*), visant à évaluer l'atteinte de la norme qui précise : « Les données provenant des études sur les risques et l'état de conservation des collections menées en 2010 serviront à élaborer et à actualiser les plans de conservation des collections à l'échelle territoriale et nationale. Sur une période de cinq ans, l'organisme tendra à faire avancer les actions (soit 70 %) prévues dans les plans territoriaux et nationaux ». Une version abrégée de ce KPI apparaît également au niveau le plus élevé dans l'*EH Corporate KPI Register 2018-2019* (Fig. 4 : Progress on collections care and conservation 70 %). Pour la première fois, English

Fig 5

Une pièce romaine en  
alliage de cuivre  
– détériorée par l'érosion  
causée par l'enveloppe  
papier qui dégageait des gaz  
et dans laquelle la monnaie  
était conservée – illustre  
la couverture du *State of  
English Heritage Collections  
Plan 2010-2020*.



Heritage met particulièrement en valeur la conservation des collections dans un document de planification globale.

Un examen détaillé des progrès sur cinq ans s'est achevé en novembre 2016, intitulé *State of English Heritage Collections Plan 2010-2020 – 5-year progress review*. Cet examen a permis de dégager les messages lancés dans le rapport 2010, qui visaient à influencer les nouveaux directeurs et gestionnaires. L'étude a été présentée par l'auteur à un grand nombre de directeurs et gestionnaires, y compris le président et le directeur général, le 15 juin 2017. À travers une présentation soigneusement rédigée, l'auteur soulignait le message selon lequel le *State of Collections Plan* avait conduit à une conservation durable à long terme, recueillant un soutien fort et positif de la part des directeurs et gestionnaires. En début de présentation, pour attirer l'attention, l'auteur avait utilisé, avec beaucoup d'efficacité, un exemple d'altérations causées par les matériaux qui dégagent des émanations sur une pièce de monnaie romaine d'un alliage de cuivre. Les conservateurs-restaurateurs ont besoin de s'appuyer sur ce type d'exemples pour illustrer la complexité des risques encourus par les matériaux historiques et la raison pour laquelle les compétences en conservation préventive jouent un rôle clé dans la compréhension et l'atténuation des risques. Cette pièce de monnaie est devenue un symbole pour le concept du *State of Collections* et a fait la couverture de la révision à mi-parcours (Fig. 5).

#### *Ressources prioritaires pour atténuer les risques les plus élevés*

Il a été possible d'obtenir une vue d'ensemble objective des risques qui détériorent ou sont susceptibles d'abîmer les collections d'English Heritage, à l'échelle nationale. Les risques liés aux conditions d'exposition et d'entreposage, suivies de près par ceux relatifs à la poussière, à la saleté et à la manipulation, sont les deux facteurs les plus élevés. L'humidité incorrecte, qui occupe la troisième place, provoque également des altérations.





*Fig. 6*  
Des élèves d'une école  
primaire visitent les  
réserves de Wrest Park.

Les catastrophes et la sécurité, les nuisibles et une documentation insuffisante représentent un risque moyen pour les collections d'English Heritage. Le risque d'altération causée par la lumière (ainsi que la détérioration inhérente) est, quant à lui, faible.

#### *Conditions d'exposition et d'entreposage*

Les conditions d'exposition et d'entreposage représentaient les risques les plus élevés encourus par les collections d'English Heritage en 2010. Les altérations provenaient des emballages et des techniques de support déficients, ainsi que des émanations de gaz issues des matériaux d'entreposage et des présentoirs.

La plupart des collections d'English Heritage sont mises en réserve dans 38 sites et un nombre considérable d'objets archéologiques est exposé à l'intérieur de 550 vitrines, dans 59 sites. Les ressources en conservation ont ainsi été concentrées sur l'atténuation de ce facteur de risque au cours des cinq dernières années, afin de réduire de façon substantielle les risques émanant des conditions d'exposition et d'entreposage, d'ici 2020.

Depuis 2010, d'excellents progrès ont été réalisés pour améliorer l'état des réserves. Des investissements, au sein de quatre réserves (Wrest Park, Fort Brockhurst, Helmsley et Temple Cloud), ont permis d'améliorer les conditions environnementales et les normes en matière d'emballage de près de 70 % des collections mises en réserve (soit 296 367 objets). Conservateurs-restaurateurs et scientifiques spécialisés dans la conservation se trouvaient au cœur de cet engagement, veillant à ce que des solutions durables et rentables fondées sur des preuves scientifiques soient apportées à la conception des bâtiments, au contrôle environnemental, à l'emballage et au transport. Le 30 % restant de nos collections mis en réserve, dans des conditions précaires, avec prédominance de matériaux des sites à l'ouest et au sud-est, devrait être traité d'ici 2020.

L'amélioration des conditions d'entreposage a eu un effet secondaire positif, la révision de la documentation connexe qui a donné un plus grand accès à la recherche pour les conservateurs-restaurateurs et les experts en visite. L'accès aux élèves et au public constitue également un impact significatif (Fig. 6).

La stratégie de recherche en sciences de la conservation 2016-2020 d'English Heritage continuera de lutter contre les risques liés aux conditions d'exposition et d'entreposage, à travers différents thèmes de recherche dont la prévention des dégradations des matériaux archéologiques, les techniques d'entreposage et des contenants appropriés, de manière à protéger physiquement les objets robustes exposés à l'usure causée par le toucher.

Les matériaux utilisés pour les nouvelles vitrines sont soigneusement contrôlés et testés afin d'éviter les émanations gazeuses. Les anciennes vitrines ont été rénovées de manière à réduire ces émanations. Lorsque cela n'a pas été possible, les objets vulnérables ont été retirés des vitrines.

### *Poussière, saleté et manipulation*

L'étude sur les risques et l'état de conservation a révélé que les collections étaient particulièrement endommagées par la poussière, la saleté et les manipulations par le personnel, les visiteurs, l'accueil, le tournage de films, provoquant des écailllements, des taches et des rayures. Il s'agit du second facteur de risque le plus élevé.

Protéger les collections et les intérieurs historiques de la poussière et de la saleté est un défi que doivent relever tous les sites qui exposent des collections à l'extérieur de vitrines. La poussière se déposera non seulement sur les objets, si celle-ci n'est pas régulièrement retirée, mais elle compromettra également la présentation visuelle du site. Grâce au nombre croissant d'assistants en conservation des collections (ACC), il a été possible d'effectuer un nettoyage de conservation sur l'ensemble des sites disposant de collections. Le nombre d'ACC s'est accru, passant de neuf postes à temps partiel en 2010 à dix postes à plein-temps en 2015. Basés sur un site central, et sous la direction des conservateurs des collections, les ACC peuvent désormais effectuer des nettoyages de conservation et prendre soin des collections de plus petits sites sur le territoire. Nos collections et intérieurs de Londres ont bénéficié de ce développement, qui s'est traduit par une amélioration notable des quantités de poussière et une meilleure présentation générale. L'équipe pourra désormais transformer les normes relatives au nettoyage de conservation, à travers les 115 sites, au cours des trois prochaines années.

Cependant, les gardiens des biens historiques (Historic Properties Stewards) qui se chargent d'ouvrir et de gérer les sites jouent toujours un rôle essentiel pour nettoyer les circuits de visite et procéder au nettoyage de conservation au quotidien. Après l'échec d'une stratégie visant à former et à aider les équipes internes à effectuer le nettoyage de conservation au cours des dix dernières années, une nouvelle orientation a été mise en œuvre en 2016. Il a été convenu avec les directeurs de biens historiques que les gardiens se chargeraient de nettoyer les circuits de visite tandis que les assistants de conservation s'occuperaient du nettoyage des objets et des aménagements intérieurs « derrière la mise à distance ».

Les gardiens de biens historiques pourraient être sélectionnés, formés et rémunérés pour effectuer les heures supplémentaires nécessaires au nettoyage de conservation, quotidien et mensuel, sous la direction du conservateur en charge des collections. Dotée d'un budget de 20k (20 000 livres sterling), cette approche a été testée en 2016-2017, donnant des résultats mitigés en raison des difficultés à trouver des heures en période de pleine saison, en été.

Il est également possible de faire appel à des bénévoles locaux pour nettoyer nos collections et intérieurs. Un programme de volontariat pour le nettoyage (« *Volunteer cleaning programme* ») a été mis en place sur différents sites : Boscobel House, Dover Castle, Down House, Kirby Hall et Wrest Park Store. Des initiatives sont à l'étude sur d'autres sites : Helmsley Stores, Temple Cloud Store et Audley End House.

Il faut également éviter les altérations liées aux chocs et déversements accidentels ou au toucher. La pratique liée à l'organisation des programmes d'accueil s'est améliorée grâce à l'application d'un « Mémoire d'entente » sur le site, qui s'appuie sur l'évaluation des risques. Une nouvelle équipe Accueil et Tournage a fait évoluer la gestion de tournage et de prises de vue photographiques. Les conservateurs en charge des collections ont été consultés dès la première investigation qui a permis d'améliorer la planification et la pose de protection soutenue par le recrutement de conservateurs-restaurateurs externes. Nous avons également contribué en 2016 à l'élaboration des directives relatives aux tournages et à la prise de vue qui devraient contribuer à améliorer les bonnes pratiques et à prévenir les altérations accidentelles.

Le recrutement de conservateurs-restaurateurs pour accroître le capital ainsi que l'entretien de conservation, des projets qui impliquent les intérieurs abritant des collections, s'est avéré très efficace dans la prévention des altérations pendant des travaux de construction et a permis d'assurer la continuité des programmes de conservation des collections à travers le territoire.

#### *Humidité incorrecte*

L'humidité incorrecte liée aux environnements internes secs et humides abîme les collections d'English Heritage. Il s'agit du troisième facteur de risque le plus élevé.

Pour prévenir les altérations issues d'une humidité incorrecte, il est fondamental de disposer d'informations précises sur les niveaux quotidiens, par le biais d'un contrôle continu. Les données doivent, cependant, être interprétées par des experts puis servir à mettre en place des actions à même de contribuer au contrôle des conditions. En 2013, nous avons pris la décision d'assurer, en interne, les travaux de maintenance des capteurs, ce qui nous a permis de recruter un second scientifique spécialisé dans la conservation. Au cours des cinq dernières années, des progrès significatifs ont été accomplis en matière de surveillance et de gestion de l'environnement, grâce au chauffage, au contrôle de l'humidité et aux directives pour le programme d'indemnités du gouvernement (Government Indemnity Scheme Guidelines, July 2012), concernant les institutions non nationales, English Heritage, en tant qu'organisation caritative, devant s'y conformer pour bénéficier d'une couverture contre les pertes et les altérations sur nos prêts (étant responsables de plus de 17 000 prêts). On compte désormais 309 capteurs de température, d'humidité relative et de lumière tandis que les dosimètres par thermoluminescence sont passés à 61. Grâce à un troisième scientifique de la conservation, qui a travaillé en équipe avec les conservateurs-restaurateurs et les techniciens en charge de la conservation des collections, un système de remplacement des batteries, calibrage, archivage et interprétation des données a été instauré.

Priority Order	Propriété	Nombre d'objets	Importance de la collection	Priority Score	Facteur Risque/Altération	Solution	Responsable	Progrès			Commentaires
								20 %	50 %	100 %	
1	Apsley House	1863	A - International	7,65	Poussière/ Saleté/ Manipulation	Évaluer modifier le calendrier pour le nettoyage	Restaurateur				
						Chercher des mesures visant à éviter toute manipulation du public	Conservateur/ Restaurateur				
						Améliorer le système d'enregistrement des altérations	Restaurateur				
						Personnel pour assister à un cours sur le nettoyage	Personnel du site				Formation du personnel, à Londres, en 2009, 2010 et 2011. Participation d'ACC sur le site, de façon périodique, et formation aux nouveaux débutants, si nécessaire.
						Adopter un programme de nettoyage et protection des peintures	Restaurateur senior, Beaux-Arts				
						Chercher à améliorer l'étanchéité des vitrines	Scientifique de la conservation				
2	Kenwood House	1887	A - International	6,69	Poussière/ Saleté/ Manipulation	Vérifier que les cheminées sont bouchées et nettoyées	Propriétés				Les cheminées ont été bouchées et nettoyées, dans le cadre des projets pour la conservation de Kenwood. Le nettoyage des cheminées fait partie des opérations de maintenance planifiée par les propriétés chaque année.
						Remplacer le gravier sur les voies d'accès et la partie sud	Propriétés				
						Revoir le plan de nettoyage et faire appel au Département chargé des services aux visiteurs	Restaurateur				Le Département chargé des services aux visiteurs fait appel à des nettoyeurs vacataires, pour aider au nettoyage des sols et des surfaces robustes. Le temps disponible est encore insuffisant.



						Former le personnel du site	Restaurateur				ACC maintenant basé sur le site et formation à des nettoyeurs vacataires.
3	Eltham Palace	1698	A - International	4,12	Poussière/ Saleté/ Manipulation	Vérifier que les cheminées sont bouchées et nettoyées	Propriétés				
						Revoir le plan de nettoyage	Restaurateur				
4	Apsley House	1863	A - International	3,9	Conditions d'exposition/ d'entreposage	Installer des joints anti-poussière aux fenêtres en façade du bâtiment	Propriétés				Des tests sur des joints anti-poussière sont en cours. Pose de joints sur d'autres fenêtres prévue dans le cadre de futurs travaux de maintenance.
						Remballer les bannières	Restaurateur				
						Remplacer le tissu des vitrines	Scientifique de la conservation/ Restaurateur				Le tissu a été remplacé dans toutes les vitrines où sont exposés des objets en argent.
						Évaluer l'entreposage et améliorer les conditions	Restaurateur				Des objets en réserve sont désormais accessibles et placés sur des étagères, la majorité ayant été emballée suivant des méthodes plus adaptées / dans des boîtes adaptées.
5	Kenwood House	3564	C - Local	3,4	Conditions d'exposition/ d'entreposage	Améliorer l'emballage et la protection des objets	Restaurateur				
	(Réserves)					Installer des étagères	Restaurateur/ Techniciens				
						Améliorer l'accès	Restaurateur/ Personnel interne				
6	Down House (Second étage)	1309	A - International	3,13	Conditions d'exposition/ d'entreposage	S'assurer que tous les objets sont emballés et protégés	Restaurateur				La plupart des objets sont correctement emballés et mis en réserve. Cependant, un réaménagement s'avère nécessaire en raison de récents ajouts, pour assurer un bon entreposage.

Tab. 2  
Extrait du plan de conservation des collections, dans la région de Londres, en 2016.

Nous avons également mis à jour notre logiciel, afin de permettre l'accès à distance et vérifier ainsi les conditions environnementales. Afin de comprendre la vitesse de détérioration des matériaux, la valeur informative de ces données revêt aussi une grande importance et alimente la stratégie de recherche des sciences de la conservation.

Les normes relatives aux vitrines d'English Heritage ont été transformées au cours des cinq dernières années, depuis que nous avons entrepris des recherches visant à optimiser la conception des vitrines. Il est ainsi possible de contrôler, avec précision, les objets archéologiques vulnérables qui sont exposés dans nos musées, souvent humides ou secs (ou les deux à la fois). Les scientifiques de la conservation, en collaboration avec les conservateurs-restaurateurs en charge des collections, sont désormais responsables de la conception technique, de la fabrication et de la pose des nouvelles vitrines, de manière à respecter les différentes spécifications. Toutes les vitrines sont testées en interne, pour confirmer que le taux de renouvellement de l'air remplit les conditions. On optimise, de telle manière, le contrôle de l'humidité et on rentabilise le temps et les coûts d'entretien à long terme.

Le fer archéologique, le bois et les alliages de cuivre étaient les matériaux les plus dégradés, suivant l'étude sur l'état de conservation d'un échantillonnage. L'humidité incorrecte enregistrée a largement contribué à cette détérioration. Les recherches tentent de comprendre les tolérances de ces matériaux à l'humidité relative, dans le but de mettre au point des mesures d'atténuation pratiques.

Pour le chauffage ou des projets sur les infrastructures mécaniques et électriques, impliquant l'exposition de biens ou l'entreposage de collections, un scientifique de la conservation fait désormais partie de l'équipe de projet, en collaboration avec des consultants en la matière. Cela a conduit à l'élaboration de systèmes visant à répondre aux besoins relatifs au contrôle de l'humidité.

Le chauffage de conservation, avec contrôle de la température par l'humidité relative via un hygrostat, constitue le principal moyen de contrôler les propriétés meublées au sein desquelles des collections vulnérables sont exposées sur des présentoirs ouverts. Pour l'entreposage, en revanche, nous avons prouvé que l'utilisation de déshumidificateurs et de pièces intérieures isolées fournit un bon cadre de contrôle, sans chauffage. Il est indispensable de diminuer les niveaux d'humidité au sein de nos petites pièces remplies de merveilles, pour optimiser la durée du gel de silice qui absorbe l'humidité dans des milliers de boîtes en plastique contenant nos objets métalliques. Les vitrines sont, quant à elles, équipées d'un contrôle à la fois actif et passif.

#### *Autres facteurs de risque*

Les risques liés à une mauvaise planification des mesures d'urgence et de sécurité, ainsi qu'aux insectes nuisibles, ont diminué grâce à l'instauration

de bons systèmes. La lumière considérée comme un risque est également faible, en raison d'un pourcentage substantiel des collections qui n'y sont pas sensibles et de l'implantation de systèmes visant à prévenir les altérations à travers des plans d'éclairage, des volets et des films protégeant les fenêtres et absorbant les ultraviolets. L'absence de documents est également faible, tout comme la détérioration inhérente aux plastiques, photographies et pellicules photographiques.

#### *Priorité aux actions de conservation préventive*

Des plans de conservation des collections prioritaires ont été élaborés pour chaque territoire (Tab. 2). Ces plans aident les conservateurs-restaurateurs à se concentrer sur les actions qui permettent de faire face aux grands facteurs de risque, tout en réalisant le travail lié au projet. Ils permettent de planifier les priorités de travail et de fixer les budgets, sur une année.

#### *Définition précise des rôles*

Le rapport « State of Collections report » a permis de clarifier les rôles et les responsabilités entre les conservateurs-restaurateurs, les conservateurs et les scientifiques de la conservation, et de publier en interne une politique de la conservation.

#### **État des collections en 2020**

La fin du rapport sur les collections d'English Heritage approchant, nous avons commencé une seconde étude nationale afin de publier le prochain *State of EH Collections Plan* d'ici fin 2020. La même méthodologie sera appliquée. Pour réaliser une étude sur l'état de conservation et l'évaluation des risques, des questionnaires ont été élaborés sous format Excel, pour remplacer la base de données Access utilisée auparavant. Cette étude sera réalisée par des conservateurs-restaurateurs internes encadrés par trois principaux conservateurs-restaurateurs, de manière à maintenir la cohérence. L'équipe a participé à deux jours de formation axée sur l'évaluation des résultats de l'état de conservation et des causes des altérations. Des études pilotes ont été menées pour améliorer la fiabilité [Taylor, 2013].

Les facteurs de risque ont été ajustés. Poussière, saleté et manipulation ont été divisés en deux catégories : Poussière/Saleté et Manipulation/Utilisation. Sûreté et sécurité ont également été séparées. Les questions relatives aux risques associés et les solutions ont fait l'objet d'une révision. L'autre changement a consisté à ne pas enregistrer les coûts liés à la conservation préventive ou aux solutions de traitement, identifiés comme éléments des études sur l'état de conservation et l'évaluation des risques. L'information sur les coûts ne s'est pas révélée utile ou efficace, en termes de planification ou de mise en lumière des ressources requises en matière de conservation. Les évaluateurs passaient également beaucoup de temps à ajouter ces informations. Les conservateurs-restaurateurs et scientifiques de la conservation étudieront les coûts relatifs au maintien des systèmes de conservation et à

l'adoption de nouvelles mesures, comme le montrent les résultats de la nouvelle étude, site par site.

Les données relatives à l'étude permettront d'élaborer des plans de conservation des collections à l'échelle territoriale et locale sur dix ans, et un nouveau *State of Collections Report and Plan 2020-2030*.

## Conclusion

Si l'on observe ce qui a été accompli en termes de conservation préventive au sein d'English Heritage, les résultats issus de l'étude sur l'état de conservation et les risques des collections ont eu un impact majeur sur la conservation de nos collections. Le rapport *State of EH Collections Report* correspondant a réussi à mieux faire connaître la conservation préventive à la haute direction. Il a également permis de centraliser et d'accroître les ressources en matière de conservation, dans le cadre de la préservation des collections. La capacité à privilégier des actions, à travers de multiples sites, s'est avérée être un formidable outil pour les conservateurs-restaurateurs et les scientifiques de la conservation, en vue de concentrer des ressources sur les plus grands risques et sur une période de huit années. Enfin, l'étude a permis d'assurer une conservation durable à long terme des collections d'English Heritage.

## Références bibliographiques

MICHALSKI S., 1990. « An overall framework for preventive conservation and remedial conservation ». In : GRIMSTAD K. (dir.), *ICOM-CC 9th Triennial Meeting Preprints*, 26-31 août 1990, Dresde. Londres : International Council of Museums, p. 589-591.

TAYLOR J., 2005. « An Integrated Approach to Risk Assessments and Condition Surveys ». *Journal of the American Institute of Conservation* 44 (2), p. 127-141.

TAYLOR J., 2013. « Causes and extent of variation in collection condition survey data ». *Studies in Conservation* 58 (2), p. 106-95.

WALLER R., 1994. « Conservation risk assessment : a strategy for managing resources for preventive conservation ». In : *Preventive conservation: practice theory and research. Preprints of the contributions to the Ottawa Congress*, 12-16 septembre, Ottawa. Londres : International Institute for the Conservation of Historic and Artistic Works, p. 12-16.

XAVIER-ROW A. et FRY C., 2011. « Heritage Collections at Risk – English Heritage Collections Risk and Condition Audit ». In : *ICOM-CC Lisbon 16th Triennial Conference Proceedings*. Lisbonne : International Council of Museums, 11 p.





## SESSION 2

### LE PROGRAMME EPICO : OBJECTIFS DE RECHERCHE

#### Modérateur

Laurent Salomé  
*Directeur du musée national  
des châteaux de Versailles  
et de Trianon*

#### Interventions de

Danilo Forleo  
Nadia Francaviglia  
Roberta Genta  
Agnieszka Laudy  
Marco Nervo  
Béatrix Saule  
Noémie Wansart

Chambre de la Reine,  
château de Versailles.  
© EPV/ Christophe Fouin



# Les enjeux de la recherche en conservation préventive appliquée aux demeures historiques

**E**n quoi les demeures historiques présentent-elles, en matière de conservation préventive, un cas spécifique par rapport au musée ? Les enjeux en présence justifient-ils des recherches nouvelles ? Et dans ce cas, que peut en attendre le responsable des collections ? C'est à ces questions que je tenterai de répondre à partir d'exemples tirés de mes expériences. Je commencerai par un cas d'espèce à gros enjeu patrimonial et financier, celui du traitement climatique au château de Versailles, pour ensuite élargir le sujet à partir de l'exemple d'une demeure historique moins spécifique.

## **Béatrix Saule**

Présidente de la Fondation des Sciences du Patrimoine, ancien directeur de musée national des châteaux de Versailles et de Trianon  
beatrice.saulle@icloud.com

### **Un cas d'espèce : le traitement climatique du corps central du château de Versailles**

La chambre de la Reine est le cadre d'un miracle, « le « miracle versaillais », selon le mot de Gaël de Guichen. Et le miraculé, c'est ce cabinet extraordinaire placé dans l'alcôve : le serre-bijoux de la reine. Livré par l'ébéniste Schwerdfeger en 1787 pour Marie-Antoinette, il a retrouvé sa place originelle. Le prestige de sa provenance n'a d'égal que sa fragilité, due au caractère composite de ses matériaux – nacre, peinture sur vélin et autres. Les constats d'état successifs attestent heureusement un état de conservation tout à fait satisfaisant.

Et pourtant, il se trouve dans un des lieux du château qui présente les conditions climatiques parmi les plus défavorables : exposition plein sud, hautes fenêtres, surfréquentation (18 000 visiteurs en moyenne par jour qui y stationnent), ce qui se traduit par des courbes d'hygrométrie catastrophiques qui justifient le projet d'installation du traitement climatique. L'observation de cette anomalie est à l'origine de ma demande concernant le dernier état des recherches en conservation préventive, ce que Danilo Forleo allait transformer en programme EPICO.

Maintenant, permettez-moi un retour en arrière sur la conservation préventive à Versailles, une succession de prises de conscience qui peut éclairer la situation actuelle.

#### *Prise de conscience d'un besoin général*

En 1975, à mon arrivée à Versailles, on ignore le concept de conservation préventive. Le premier cours à l'ICCROM sur le sujet est justement de 1975 tandis qu'à l'École du Louvre, l'apport des techniques scientifiques appliquées au patrimoine, que l'on enseigne en muséologie, est exclusivement tourné vers la critique d'authenticité et vers la restauration.

La notion de conservation préventive apparaît en France dans les années 1980 et ne s'impose dans les milieux professionnels que dans la décennie suivante.

C'est alors que Versailles prend conscience d'un besoin général de modifier les conditions climatiques à l'intérieur du château mais, devant l'ampleur de la tâche, on se résigne à toujours restaurer (les plafonds tous les cinquante ans). Ce n'est qu'après la création de l'Établissement public du château, du musée et du domaine national de Versailles (EPV) en 1995 et l'apport de moyens humains, techniques et financiers considérables que l'on peut envisager le schéma directeur d'aménagement du château de Versailles.

L'un de ses nombreux volets prévoit une réfection totale des équipements, notamment du chauffage, dont certains calorifères remontant à Louis-Philippe engendrent de réels risques d'incendie. Il y a alors consensus pour ne pas laisser passer cette opportunité et traiter l'ensemble des problèmes, notamment la maîtrise du climat.

Les exigences émises en 2003 par la Conservation correspondent aux normes communément admises dans les musées : une humidité relative de 50 % tolérant un écart de 5 % en plus ou en moins, exigences encore augmentées lors de la restauration de la Grande Galerie où, selon l'architecte, des creux à 10 % d'humidité relative sont enregistrés auprès des voûtes très dégradées.

#### *Prise de conscience d'un besoin spécifique*

La réalisation d'infrastructures fait que les détails du projet ne sortent qu'en 2012. Celui-ci se fonde sur les exigences exprimées en 2003 et sur un schéma de stratification de la température qui justifie un brassage de l'air en plus de son traitement hygrométrique. Les ingénieurs du bureau d'études en génie climatique ont appliqué leurs normes : tant de mètres cubes d'air à traiter, en fonction du volume et de la fréquentation, impliquent telle grosseur de gaines et tant de trappes pour les reprises d'air. Étant focalisés sur la question des plafonds, les collections de mobilier n'ont pas été prises en compte, ce qui aboutit à des aberrations : reprise d'air sous le lit de la reine, mais plus généralement, reprises d'air en pourtour des pièces, à l'emplacement historique de la plupart des meubles exposés...

Face à de tels écarts entre les besoins réels et ce qui était proposé, il apparaissait manifeste que les conditions idéales d'un musée ne pouvaient s'appliquer, d'où une deuxième prise de conscience, celle de la nécessité de rechercher des méthodes spécifiques aux demeures historiques pour avoir une juste estimation des risques.

#### *Recherches d'accompagnement*

Dans l'immédiat, en concertation avec les architectes, des mesures correctives ont été adoptées, à savoir :

- élargissement de la fourchette climatique (de 45 à 65 % HR), ce qui a permis la réduction des diamètres des gaines ainsi que du nombre et du placement des reprises d'air ;

- réduction du périmètre d'application du traitement d'air par la sortie du projet des cabinets de la reine, moins exposés aux variations de température, ainsi que de l'étage d'attique.

Et toute une série de mesures a été élaborée par une équipe pluridisciplinaire de conservateurs, régisseurs, restaurateurs internes et externes, afin de préserver les collections.

L'ampleur du chantier et l'enjeu patrimonial les ont amenés souvent à imaginer des solutions inédites, notamment pour la protection des décors peints et textiles restant *in situ* ou pour les protocoles de contrôles à assurer pendant les travaux en matière de sûreté, de sécurité-incendie et autres menaces (tels les chocs, les vibrations, l'empoussièrement) et, après travaux, en prévision des tests pour éviter aux collections un choc thermohygrométrique.

Toutes ces études et recherches considérables se sont fondées sur des analyses très fines d'évaluation des risques, selon une problématique qui rejoignait celle du programme EPICO alors en cours d'élaboration.

#### *Recherche préventive*

Toutes les études dont je viens de parler se sont faites à chaud, si j'ose dire, en accompagnement de travaux préprogrammés. La poursuite du projet, qui concerne le corps central nord, l'aile symétrique abritant le Grand appartement du Roi, bénéficiera du retour d'expérience qui sera riche d'enseignements sur la réaction des œuvres dans leur nouvel environnement climatique, à condition, bien sûr, de respecter un délai suffisant.

Cependant, même en cas de résultats satisfaisants, une simple transposition ne serait pas exempte de risques car, d'un espace à l'autre, les paramètres diffèrent. L'enjeu de l'application de la méthode EPICO sera alors de fournir des données irréfutables et cohérentes qui permettent de répondre à la question suivante : sachant que les travaux de réfection du chauffage y demeurent indispensables, la même solution de traitement climatique doit-elle être retenue alors que les conditions ne sont pas les mêmes, en premier lieu, l'exposition au nord et l'ensoleillement ?

Voilà donc un bel enjeu pour la méthode EPICO mais son champ d'application ne se borne pas au chantier de Versailles. Son ambition est plus large, car elle concerne les collections des demeures historiques en général.

#### **Élargissement du propos à partir de l'exemple du château de Maintenon**

Je propose maintenant de quitter le cas de Versailles et d'élargir le propos aux demeures historiques qui présentent une grande diversité, mais dont le château de Maintenon – non château-musée mais demeure privée classée monument historique – offre un bon exemple. Il se trouve que ce joli château, à 70 km au sud-ouest de Versailles, m'occupe présentement puisque le Conseil départemental d'Eure-et-Loir, qui en assure la gestion, m'a demandé de participer à la rédaction de son projet scientifique et culturel. C'est un bon observatoire pour estimer pourquoi et à quelles conditions



*Fig. 1*  
Vue du château de  
Maintenon – Conseil  
départemental d'Eure-et-  
Loir. (© Danilo Forleo)

lui serait profitable une recherche spécifique en conservation préventive.

### *Complexité de la protection des collections dans une demeure historique*

Ce qui me frappe, c'est que je retrouve, à une autre échelle bien entendu, les mêmes problématiques auxquelles je me suis confrontée à Versailles. Qu'elle soit grande ou petite, la demeure historique présente des particularités qui font que les normes en conservation préventive observées dans les musées ne peuvent s'y pratiquer sans une adaptation.

Il s'avère que la protection des biens exposés y est plus complexe. D'abord, en raison de la configuration des lieux et de la nature même des collections, qui engendrent des risques spécifiques d'altération ; ensuite, en raison d'autres contraintes liées à l'histoire et aux usages.

### *La configuration et la nature des lieux et des collections*

Ces deux vues du château de Maintenon (Fig. 1 et 2) mettent en évidence ce que l'on appelle des contraintes externes :

- un environnement immédiat à fort impact (un cours d'eau vive, l'Eure, qui ceinture de douves le château, un jardin) et alentour, campagne et forêt ;
- un édifice (lui-même œuvre d'art à protéger), ancien et remanié du XIII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, composé de corps de bâtiments de matériaux divers, complexe dans ses orientations, comme dans sa distribution, des façades percées de larges ouvertures des huisseries sans isolation thermique mais des murs épais offrant une inertie naturelle.

Et à l'intérieur (Fig. 3), un mode de présentation des œuvres, en liaison étroite avec l'architecture, qui se caractérise par :

- la coexistence de décors fixes et de collections mobiles ;
- des décors et des collections qui forment un tout, un ensemble indissociable, des sols aux plafonds (des tomettes d'origine et des tapis jusqu'aux poutres peintes) ;
- le tout composé de matériaux divers ayant leurs contraintes propres (tentures de cuir de Cordoue ou de tapisserie, papiers peints panoramiques, pièces d'ébénisterie, cabinets de laques, bronzes dorés, vases de Chine, portraits peints, gravures, dessins).

### *Risques spécifiques d'altération*

Avant d'évoquer les risques spécifiques d'altération qui menacent tout ce patrimoine, je mentionne, sans m'y attarder, les plus graves, celui de la destruction par le feu ou celui de la disparition par le vol : la hantise des gestionnaires de collections, que ce soit dans les musées ou dans les demeures historiques.



*Fig. 2*  
Château de Maintenon, vue  
des doutes.  
(© Danilo Forleo)

*Fig. 3*  
Château de Maintenon,  
Chambre de Madame de  
Maintenon.  
(© Danilo Forleo)

À Maintenon, les générateurs de dommages déjà identifiés (et qui seront objets d'études) sont :

- l'empoussièrement favorisé par la hauteur des parois et la fréquentation de visiteurs arrivant des jardins ;
- l'insolation à travers les fenêtres ;
- l'infestation dans les bois de charpente et dans les garnitures des sièges ;
- l'humidité génératrice de moisissures et de chancis (en été), car en hiver le chauffage assure une régulation, voire une sécheresse provoquant craquelures et soulèvements de marqueterie ;
- les manutentions de meubles par des bénévoles, et même leur usage, lors des manifestations et spectacles ;
- le vandalisme le plus souvent inconscient, négligent (je m'appuie), curieux (je tâte) ou affectueux (je caresse).

Face à cela, on connaît tout le panel éprouvé des dispositifs muséographiques et des actions conçus pour la conservation des collections (des déshumidificateurs aux mises à distance en passant par les verres anti-UV, de la micro-aspiration à la sensibilisation du public en passant par le déplacement d'œuvres), mais le chef d'établissement que j'ai été vous dira que bien des moyens admis sans réticence dans un musée seront écartés pour des raisons qui tiennent à l'identité de la demeure ou aux diverses activités qu'elle abrite.

### **Vers une nouvelle méthode**

#### *D'autres enjeux à intégrer*

Si, tout comme dans un musée, la finalité de la conservation préventive



est, dans une demeure historique, d'assurer la préservation à long terme des décors et des collections, si elle y est plus difficile à atteindre pour les raisons que nous avons vues, elle est de plus amenée à intégrer l'existence d'autres enjeux, tels que :

- la véracité historique qui se fonde sur des inventaires et sur des usages de placements liés à la fonction des objets, qui imposent leurs règles à la présentation des collections ;
- le souci d'authenticité qui soulève la question : à partir de quand le risque est-il de nature à justifier une mise en réserve et un remplacement par une copie ? ;
- une recherche esthétique qui souvent s'accommode mal de certains dispositifs muséographiques ;
- la satisfaction du public qui vient retrouver l'ambiance d'une maison habitée que l'on perd à trop vouloir protéger ;
- l'animation de la demeure par des réceptions, concerts, spectacles et autres qui perpétuent une tradition mais se multipliant, présente des menaces pour les œuvres, menaces qu'il s'agira d'objectiver.

Pour la discipline de la conservation préventive, l'intégration de tels enjeux est une nouveauté.

Ainsi, ces études spécifiques aux demeures historiques devront-elles faire face à deux nouveaux défis. Le premier consiste dans le nombre de paramètres à prendre en compte (avec leurs interactions) pour l'établissement d'un diagnostic des risques, le plus juste et le plus complet possible. Le second a trait à la phase finale des préconisations qui doivent se concevoir, non plus dans une démarche systématique, mais dans une perspective de projet, réaliste et pragmatique.

#### *Les attentes du responsable des collections*

Pour le responsable des collections, le résultat de tous ces travaux de recherche sera une aide à la décision considérable lors de ses arbitrages.

Quelles peuvent être ses attentes à l'égard de ces nouvelles approches pour maintenir ou améliorer les conditions de conservation du patrimoine ?

Je terminerai par cinq verbes qui pourront les exprimer :

- *comprendre*, ce qui suppose un diagnostic clair ;
- *connaître*, ce qui suppose une vision nette de la cartographie des risques ;
- *exploiter*, ce qui suppose des préconisations réalisables tant pour la gestion des collections que pour l'orientation des projets ;
- *prioriser*, ce qui suppose une hiérarchisation des besoins en vue de la programmation et de la budgétisation ;
- *persuader*, enfin, ce qui suppose des bases solides pour les discussions et concertations avec les partenaires.

# Le programme EPICO : la conservation préventive dans les demeures historiques et les châteaux-musées

## Résumé

Le programme de recherche EPICO (*European Protocol In preventive Conservation*) débute en 2014. L'idée de cette recherche est née d'une réflexion mûrie sur le terrain : le travail de régie des collections mené quotidiennement au château de Versailles a été un champ d'expérimentation privilégié pour l'application des stratégies de conservation préventive développées en France. La recherche de leur adaptation aux particularités des demeures historiques a ensuite représenté l'*incipit* du programme EPICO.

De 2014 à 2017, les objectifs du programme EPICO ont été inscrits dans la programmation scientifique et culturelle du château de Versailles et de son centre de recherche. Grâce à la diffusion assurée par l'Association des résidences royales européennes, le château de Versailles s'est associé à deux autres partenaires européens : le Musée du palais du roi Jean III à Wilanów (Varsovie) et la Fondation Centre pour la conservation et la restauration des biens culturels « La Venaria Reale » de Turin.

EPICO vise à répondre à un besoin, celui de prioriser les actions de conservation préventive à mettre en place dans les demeures historiques et d'éviter ainsi de répondre uniquement aux urgences de conservation au coup par coup.

## Danilo Forleo

Chargé de la conservation préventive et responsable du programme EPICO, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon  
danilo.forleo@chateauversailles.fr

## Les objectifs du programme EPICO

La littérature et l'expérience de terrain en la matière sont très riches et diversifiées : des méthodes d'évaluation ont été mises au point pour les collections des musées, des réserves, des magasins d'archives et des dépôts archéologiques.

Notre recherche montre qu'il n'y a pas à l'heure actuelle une méthode parfaitement adaptée aux collections des demeures historiques, d'où la nécessité de développer une nouvelle méthode d'évaluation en mesure de satisfaire ces critères : qui soit simple, adaptée aux biens exposés dans les demeures historiques et les châteaux-musées, conduite selon une approche systémique, en mesure de restituer une image synthétique et globale des priorités d'intervention, reproductible et transférable à d'autres demeures, quelles que soient la taille ou la complexité de l'institution (Fig. 1).

Partant de ce constat et afin d'identifier les actions prioritaires, il nous a semblé essentiel de démarrer par l'établissement d'un diagnostic des conditions de conservation de la demeure et de l'état de conservation des collections.

Et, face à des centaines d'objets et de salles d'exposition, il s'est avéré nécessaire de se doter d'une méthode d'évaluation.

Suivant les trois étapes du programme – recensement, test, élaboration –,

*Fig. 1*  
Exemples de méthodes  
développées pour les  
musées, les réserves, les  
archives... (© Danilo Forleo)



une équipe interdisciplinaire de quinze professionnels s'est attachée à la recherche et ensuite à l'analyse de 21 méthodes d'évaluation pouvant s'adapter aux objectifs d'EPICO.

Quatre méthodes ont été ensuite retenues et appliquées trois fois lors de tests grandeur nature dans les châteaux partenaires du programme.

Le but était d'identifier, suivant une démarche scientifique, les points forts et faibles de chaque méthode pour ensuite élaborer notre propre système d'évaluation : la méthode EPICO.

Notre terrain d'expérimentation aura compris un total de 40 salles de musée, 700 œuvres des collections de peinture, sculpture, mobilier et objets d'art du château de Versailles, du palais du roi Jean III à Wilanów (Varsovie), du palais Pitti (Florence) et du Pavillon de chasse de Stupinigi (Turin).

Ce colloque ouvre la phase 2 du programme EPICO, qui est l'application et l'expérimentation de la méthode au château de Versailles ainsi que sa diffusion au sein des institutions membres de l'Association des résidences royales européennes et des instituts de conservation du patrimoine en Europe.

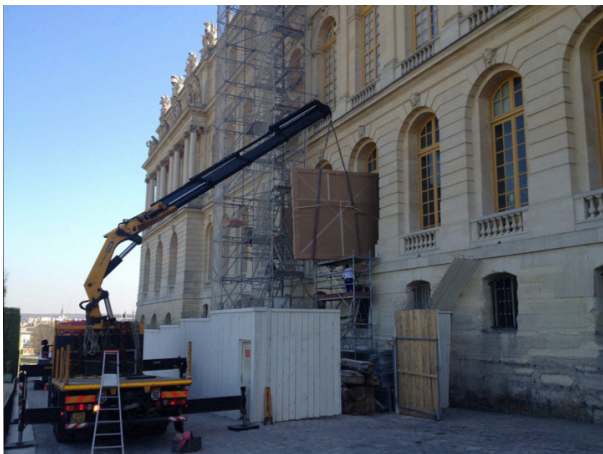
### **Le recensement des risques**

Les demeures historiques et les châteaux-musées constituent des systèmes de conservation particuliers qui imposent aux collections des risques spécifiques.

Ces risques sont étroitement liés à la nature même et à l'usage de ces édifices : à l'origine, lieux de pouvoir, de délectation, de représentation, ils deviennent aujourd'hui des musées, des espaces de réception, de manifestations contemporaines et d'événements institutionnels.

L'ensemble de ces activités coexiste souvent à l'intérieur d'une même demeure.

Le château de Versailles en est un exemple emblématique : musée depuis 1837, il accueille actuellement plusieurs millions de visiteurs par an, il est le siège du congrès du Parlement et de réceptions présidentielles et le cadre de nombreuses manifestations culturelles de différentes natures (des spectacles de l'opéra royal, aux tournages, aux rencontres professionnelles comme les tables



*Fig. 2*  
Château de Versailles, vue de la galerie des Batailles, la plus grande salle du musée d'histoire de France inauguré en 1837. (© Didier Saulnier)

*Fig. 3*  
Château de Versailles, concert dans la galerie des Batailles. (© Didier Saulnier)

*Fig. 4*  
Château de Versailles, tournage dans la galerie des Glaces. (© Didier Saulnier)

*Fig. 5*  
Déplacement du bureau du Roi pour l'exposition «18<sup>e</sup>, aux sources du design», château de Versailles, 2014. (© Didier Saulnier)

*Fig. 6*  
Déplacement des peintures de grand format pour la nouvelle muséographie de la galerie de l'histoire du château de Versailles. (© Danilo Forleo)



rondes organisées dans le cadre de ce colloque, qui ont lieu dans les salles historiques) (Fig. 2 à 6).

Cela implique une gestion des collections différente de celle d'un musée pour lequel les conditions d'utilisation et de visite ont été généralement conçues *ad hoc*.

Les outils d'analyse des sources d'altérations, telles que le climat, la lumière ou encore la manipulation des œuvres et la gestion des flux de visiteurs, sont largement documentés dans la littérature scientifique. De nombreuses expériences ont été menées depuis les années 1970 quand la pratique de la conservation préventive s'est développée dans le milieu patrimonial.

Mais comment adapter ces outils à l'échelle d'une demeure comme Versailles ?

Il est difficile pour les gestionnaires des collections d'avoir une vision globale des sources d'altérations dans leur interaction réciproque et à l'échelle de la demeure :

- vers quelles œuvres devons-nous diriger notre regard en priorité ?
- quelles salles présentent les risques majeurs ?
- et, notamment, à quels sujets prioritaires devons-nous allouer notre temps et nos capacités financières ?

La valeur de ces inconnues, multipliée par les chiffres vertigineux du château de Versailles (17 000 œuvres exposées, 1 000 salles de musée, 5,5 millions de visiteurs par an), rend vite complexe l'équation à laquelle nous sommes confrontés (Fig. 7 à 10).

Parallèlement, même si dans la demeure privée de taille plus modeste le nombre des collections présentées semble faciliter la tâche, le « comment » demeure la question la plus difficile à appréhender.

Souvent, faute de moyens ou d'expertise, il s'avère difficile d'identifier les priorités d'action selon un processus simple et transparent.

Réagir aux urgences de conservation s'avère donc être la seule réponse possible pour la plupart des cas et des institutions. Souvent la méthode se révèle efficace et permet d'établir une veille des zones les plus sensibles.

- Mais, comment être sûr de ne pas oublier un risque latent, ou pire, une cause déjà active dans une salle parmi les quelque mille d'un château comme Versailles ?
- Comment justifier, avec des données scientifiques, les bonnes prescriptions de conservation ?
- Comment comparer dans le temps et dans les différents espaces les résultats de notre analyse et l'efficacité de nos actions correctives ?

### **Les aspects critiques / novateurs**

L'un des aspects les plus importants mais également les plus difficiles de notre programme était la recherche d'un système pouvant mettre en lumière la relation existant entre les causes et les effets visibles des altérations, qui représente, à notre avis, la manière la plus sûre d'évaluer et de légitimer toute action



corrective portée sur l'environnement et la matière des collections.

Pour mieux contextualiser ce point fondamental de notre programme, les éléments caractéristiques et communs de nos demeures ont été identifiés et nous ont permis de comprendre en quoi les méthodes déjà développées pour les collections de musées, archives ou réserves ne sont pas directement applicables à notre cas.

Ces risques sont liés à la particularité de présentation des œuvres et du système de conservation que la demeure représente.

En effet, exposés en fonction de l'usage pour lequel ils ont été conçus, partie d'un ensemble indissociable entre collections et décors, les biens des demeures historiques échappent ainsi à tout ordonnancement thématique qui s'accompagnerait d'un équipement muséographique conçu pour la conservation des collections.

L'œuvre perd ainsi son caractère d'*unicum*, car elle existe en relation avec les objets voisins, son décor et son architecture.

Il est évident que son isolation dans une vitrine briserait l'esprit des lieux.

De plus, l'enveloppe architecturale, elle-même œuvre d'art, est aussi difficilement modifiable et ne peut s'adapter aux technologies modernes de conservation préventive.

En revanche, ce lien privilégié entre collections et édifice nous renseigne sur la relation particulière ainsi établie entre les altérations de la matière des collections et les conditions environnantes qui en seraient potentiellement la cause.

Et c'est là l'intérêt de l'exercice. C'est là le point caractéristique des collections des demeures historiques, que nous avons essayé, dans le cadre du programme EPICO, de mettre en lumière par une approche novatrice que nous développerons plus loin.

Comme nous le verrons par la suite, le second aspect complexe de la recherche était l'élaboration de la méthode statistique pour identifier l'échantillon représentatif des salles (les conditions de conservation) et des collections (l'état de conservation).

Nous partons du principe qu'au-delà de 500 objets, nous n'avons plus les moyens et le temps nécessaire pour faire une analyse objet par objet, salle par salle. Ainsi, il a fallu identifier les critères distinctifs de la demeure et de ses collections (la *population mère*, en jargon technique) afin de pouvoir choisir l'échantillon statistiquement représentatif des différentes zones de conservation du château-musée.

## Conclusion

Les méthodes présentées dans le cadre de ce colloque ont constitué le socle de notre recherche. Avant tout, la méthodologie développée au cours de vingt ans d'études et d'expérimentations au Master de conservation préventive de la Sorbonne et qui en fait l'une des formations les plus complètes en Europe.

Cette méthodologie trouve bien sûr des échos en Angleterre, au Canada et aux États-Unis, où l'expertise dans l'évaluation des risques constitue une référence pour la communauté scientifique internationale.



*Fig. 7*  
Décrochage de tapisseries  
dans le cadre du chantier  
des collections du corps  
central sud du château de  
Versailles. (© Danilo Forleo)

*Fig. 8*  
Les collections du château  
de Versailles en chiffres.  
(© Christophe Fouin)

*Fig. 9*  
La muséographie du  
château-musée : des  
collections exposées dans  
leur contexte de création.  
(© Christophe Fouin)

*Fig. 10*  
La muséographie du  
château-musée : des  
collections exposées dans  
des galeries retraçant  
l'histoire du château  
(© Christophe Fouin)

À titre d'exemple, nous pouvons citer les études menées par Joel Taylor et Amber Xavier-Rowe sur le croisement entre l'évaluation des risques et celle des causes de dégradation fondée sur le constat d'état, ce qui représente l'un des piliers de notre recherche.

Il n'est pas hasardeux d'identifier dans ces différentes approches aux traits parfois bien définis les grandes écoles de pensée qui se sont développées depuis les années 1990.

Ces différentes approches sont révélatrices, selon les latitudes, des différents contextes administratifs qui ont demandé, pour chacun, la méthode la plus adaptée pour persuader le destinataire de l'évaluation de la justesse du diagnostic.

Faut-il analyser les risques ou bien l'état des collections ? Est-il envisageable de croiser les deux approches ?

Nous avons essayé de répondre à ces questions.

Sur la base de notre expérience, le fait de partir des altérations, et donc de l'observation des symptômes, pour ensuite en déduire, par une méthode scientifique, les causes plausibles, représente la manière la plus probante de légitimer toute action corrective préconisée pour l'environnement des collections.

# Étude comparative des méthodes d'évaluation : tests *in situ* et analyse critique dans le cadre du programme EPICO

## Résumé

À la fin de la phase 1 du programme EPICO – dédiée à la recherche bibliographique et l'analyse des méthodes d'évaluation existantes – il a été décidé de tester au château de Versailles, dans le palais de Wilanów (Varsovie) et au palais Pitti (Florence) quatre méthodes qui semblaient correspondre au mieux aux objectifs du programme EPICO :

1. La méthode d'inspection pilote élaborée par Agnoko-Michelle Gunn au château de Chantilly.
2. La méthode d'évaluation des risques ABCD, conçue par l'Institut canadien de Conservation en collaboration avec l'ICCROM et l'Institut néerlandais pour le Patrimoine culturel.
3. La méthode combinée d'évaluation de l'état des collections et des risques conçue par l'English Heritage.
4. La méthode CAT (Conservation Assessment Tool) développée par le Scottish Conservation Studio pour le Scottish Museum Council.

Afin de comparer les résultats des différentes méthodes, il a été décidé d'effectuer un bilan sanitaire complet de chaque salle du périmètre des tests. Ce constat systématique a constitué le pivot pour évaluer l'efficacité et l'adaptabilité aux demeures historiques des quatre méthodes testées, selon les objectifs du programme EPICO. Le décor de chaque pièce (boiseries, plafonds, tentures murales...) a également été inclus dans notre bilan sanitaire.

Après avoir détaillé la mise en place des tests (notamment le choix du périmètre), nous nous sommes attachés à comparer entre eux les résultats des tests (par classement des causes d'altération) et à vérifier la cohérence des méthodes par rapport à notre bilan sanitaire. Chaque méthode a également été évaluée en termes de ressources humaines nécessaires, de temps d'application et d'adaptabilité aux objectifs d'EPICO. Cette analyse critique des tests a constitué la base de l'élaboration de la méthode d'évaluation EPICO.

## Mots clés

EPICO, demeures historiques, conservation préventive, évaluation de l'état des collections, évaluation des conditions de conservation, relation cause-effet, évaluation des risques, causes d'altération.

**L**a démarche d'EPICO et l'analyse critique ont été présentées de manière approfondie lors du colloque *Les nouvelles rencontres de la conservation préventive*, 8-9 juin 2017, Association APrévU. Titre original : « Les méthodes d'évaluation des collections : étude comparative et test en vue de leur application aux collections exposées des demeures historiques et des châteaux-musées. Programme de recherche EPICO ». Co-présentation de Danilo Forleo, Nadia Francaviglia, Noémie Wansart.

### Agnieszka Laudy

Biologiste, spécialisée en micro-biologie, Musée du palais du roi Jean III à Wilanów (Varsovie)  
alaudy@muzeum-wilanow.pl

### Agnieszka Pawlak

Restauratrice d'œuvres d'art, Musée du palais du roi Jean III à Wilanów (Varsovie)  
apawlak@muzeum-wilanow.pl

### Noémie Wansart

Collaboratrice scientifique au sein de la conservation du musée national du château de Versailles  
noemie.wansart@chateauversailles.fr

## Introduction

La première phase de la recherche (2015) a fait le point sur les différentes méthodes d'évaluation des collections existantes et a permis de dégager des méthodes intéressantes suivant les objectifs d'EPICO [Forleo *et al.*, 2017a]. La seconde phase (2016) a été consacrée à tester les méthodes retenues, dont les premiers résultats sont présentés ici.

## Les évaluations de collections au regard des objectifs du programme EPICO

La méthode statistique s'avère nécessaire quand une quantité trop importante d'objets ne permet pas une approche par recensement, item par item. Cependant, si cette méthode s'adapte parfaitement à l'évaluation des réserves, où les œuvres sont normalement regroupées par catégories homogènes, cette approche s'avère plus difficile à appliquer dans les salles d'une demeure : la variété des collections, la présence des décors, eux-mêmes collection, impliqueraient un échantillonnage très serré, le prix de la représentativité du profil statistique serait trop coûteux en termes de temps.

Dans le sillage de l'enseignement du Master de conservation préventive de Paris 1, notre attention s'est focalisée lors de la phase de recherche en littérature sur deux types de méthodologies d'évaluation : les méthodes dont le point de départ est l'observation des collections et de leur état et conditions de conservation, et les méthodes d'évaluation des risques, où le constat d'état des collections constitue une partie limitée de l'approche d'évaluation.

Quatre méthodes ont particulièrement retenu notre attention, en fonction des objectifs du programme EPICO :

1. La méthode d'inspection pilote conçue par Agnoko-Michelle Gunn [Gunn, 2001].
2. La méthode d'évaluation des risques ABCD, conçue par l'Institut Canadien de Conservation en collaboration avec l'ICCROM et l'ICN [Michalski et Pedersoli, 2016 ; Karsten et Michalski, 2012].
3. La méthode croisée de constat et d'évaluation des risques élaborée par l'English Heritage [Xavier-Rowe et Fry, 2007, 2011].
4. Le logiciel CAT-Condition Assessment Tool, même s'il ne s'agit pas d'une véritable méthode d'évaluation, mais plutôt d'un outil de constat qui sous-entend une méthode [Edwards et Murray, 2002].

Toutes les méthodes citées demandent une observation plus ou moins approfondie des collections et, notamment pour la méthode ABCD, du contexte de conservation des objets. L'outil CAT et la méthode de l'English Heritage demandent d'effectuer un constat sur chaque objet (CAT) ou sur base statistique (EH) afin de dégager les priorités en termes d'actions de conservation préventive à programmer. L'inspection pilote de A.-M. Gunn demande, elle aussi, un constat d'état des œuvres sur base statistique, toutes



Numéro d'objet	Domaine	Auteur	Désignation	Matières et techniques	Dernier déplacement	Matériaux
OA 5312	Objets d'art	Pierre-Philippe Thomire	candélabre	bronze ciselé et doré, biscuit, porphyre vert	2012	métal

Matériau altéré	Altération	Gravité	Etendu	Cause générique	Cause spécifique	DIAGNOSTIC
métal	Corrosion/oxydation, ternissure	1	3	interaction du climat	HR stable élevée	Caractéristiques du bâtiment (manque d'isolation, inertie)
métal	Poussière/dépôt, accumulation/ concrétion/encrassement, salissure, incrustation	3	2	polluants/accumulation de poussière	Poussière circulation visiteurs	Gestion inadaptée du flux des visiteurs (sas, vestiaires, régulation du nombre de visiteurs..)

typologies confondues, mais se concentre sur le calcul de priorisation des causes d'altération.

Afin de comparer les résultats des différentes méthodes (certaines utilisant des systèmes de calcul statistique), il a été décidé d'effectuer un bilan sanitaire exhaustif des salles, objet du test, en réalisant un constat d'état de toutes les œuvres. En utilisant des feuilles Excel® comme support pour la collecte de données, nous avons renseigné également les causes possibles, correspondant à chaque altération constatée sur chaque matériau constitutif des œuvres (Tab. 1). Le décor de chaque salle a également été intégré à notre bilan sanitaire.

Tab. 1  
Exemple de fiche de constat d'état élaborée par l'équipe EPICO et utilisée dans le cadre des tests. (© Équipe EPICO)

Fig. 1  
Évaluation des collections dans le Cabinet hollandais au palais de Wilanów, en juin 2016. (© Équipe EPICO)





La préparation d'un glossaire de référence des indicateurs d'altération a demandé un effort conséquent, dans l'objectif d'établir des constats comparables entre eux : tous les objets des salles évaluées à l'aide des méthodes ont été analysés à partir de seize indicateurs que nous avons élaborés dans une nécessité de mesurabilité des altérations constatées. Le glossaire était d'autant plus précieux que les équipes étaient composées de professionnels du monde des musées de spécialités différentes et venus de trois pays différents (Fig. 1).

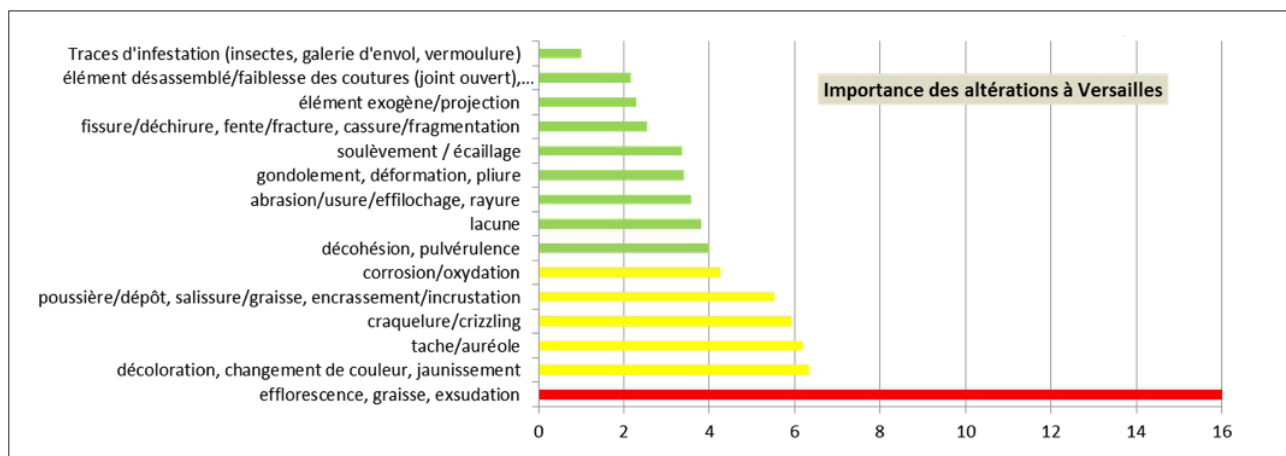
Pour le choix du périmètre de test, plusieurs critères ont été pris en compte dans un souci de comparabilité entre les différents sites :

- historique des emplacements, typologie, nombre des objets et présence de décors dans la même salle, la réflexion s'étant appuyée sur des critères de « zonage » proposés par Gaël de Guichen et Benoît de Tapol dans le cadre d'une formation organisée par l'ICCROM dans les années 1990 ;
- état de conservation des objets (il fallait éviter les salles avec un nombre trop important de collections récemment restaurées) ;
- type de fréquentation (visite libre ou guidée, nombre de visiteurs, heures d'ouverture) ;
- accessibilité pour le constat (hauteur maximale d'observation : 180 cm) : le constat devait pouvoir se faire de façon correcte sans déplacer ou manipuler l'objet ;
- surface et orientation des salles ;
- disponibilité d'enregistrements des paramètres climatiques, afin de pouvoir avancer des hypothèses sur les causes d'altération et sur les risques liés au climat des salles (ce critère n'a pas été discriminant car les enregistrements n'étaient pas toujours disponibles).

### **Les résultats des tests**

Nous présentons ici un aperçu des résultats des tests effectués sur les collections du château de Versailles et du palais de Wilanów. Les résultats sont présentés sous forme de graphiques issus des calculs effectués appliquant chaque méthode aux périmètres sélectionnés. L'exercice de la comparaison est complexe ; les méthodes testées suivent en effet des démarches différentes, puisqu'elles mesurent avec des paramètres différents les causes actives ou passées et les causes potentielles. Tout en étant conscients de cette différence, il nous paraît essentiel pour nos objectifs de regarder ces résultats à l'aide d'une lentille unique, afin de comprendre la pertinence des méthodes et leur efficacité dans l'identification des solutions qui découlent de l'évaluation dans le cas spécifique des collections d'une demeure historique.

Les résultats présentés ici (Fig. 2) sont ceux issus des fiches de constats d'état réalisés sur tous les objets lors des sessions de tests. L'importance des altérations est calculée par la multiplication de l'étendue et de la gravité de l'altération. Ce raisonnement nous a semblé le plus pertinent car il met en valeur les altérations les plus graves quand bien même elles n'apparaissent



que sur un petit nombre d'œuvres (par exemple, dans le cas de Versailles, l'efflorescence importante sur les verres d'un bas de bibliothèque).

La Fig.3 est une autre mise en forme des résultats versaillais, qui permet facilement de distinguer à la fois le nombre d'occurrences des causes d'altération (dont les sommes sont en abscisses) mais aussi leur gravité, grâce au jeu des couleurs. Ce graphique permet donc aux responsables de collections de visualiser rapidement les facteurs d'altération, afin d'envisager avec les spécialistes de conservation préventive les actions correctives à apporter (Fig. 4).

Nous présentons ici les résultats des tests du logiciel CAT (Fig. 5) et de la méthode ABCD (ICCROM-ICC-ICN) (Fig. 7), testés au musée de Wilanów, en juin 2016. Ici aussi des analyses préalables et une évaluation complète par constat d'état ont été réalisées. Les tests à Wilanów ont duré deux à cinq jours et ont mobilisé des équipes de conservation d'Italie, de France et de Pologne travaillant ensemble – nombre total de neuf personnes réparties en trois groupes, chaque groupe ayant testé une méthode différente

Fig. 2  
Résultats de l'importance des altérations du bilan sanitaire à Versailles et Wilanów. (© Équipe EPICO)

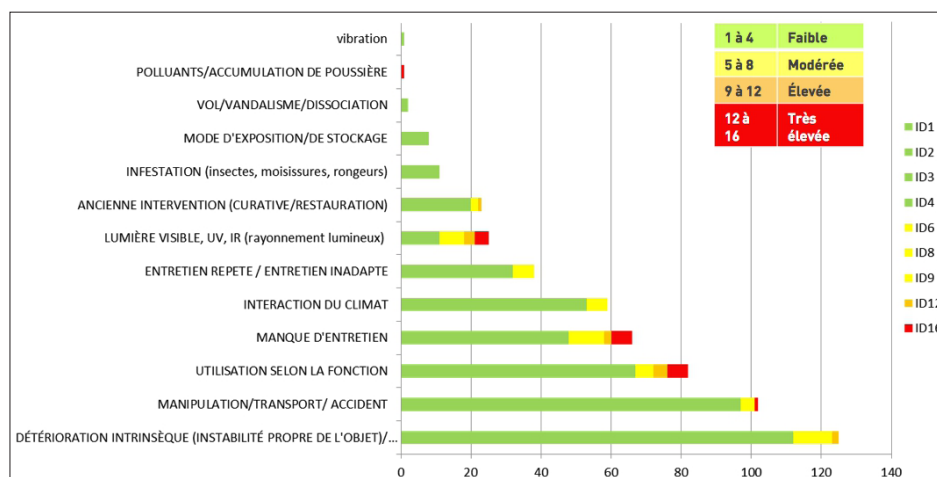


Fig. 3  
Résultat de l'importance  
des causes d'altération du  
bilan sanitaire à Versailles.  
(© Équipe EPICO)

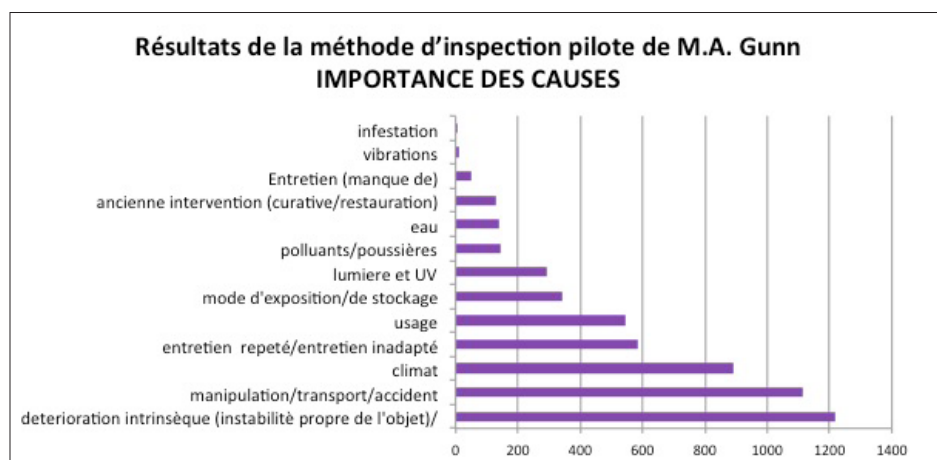
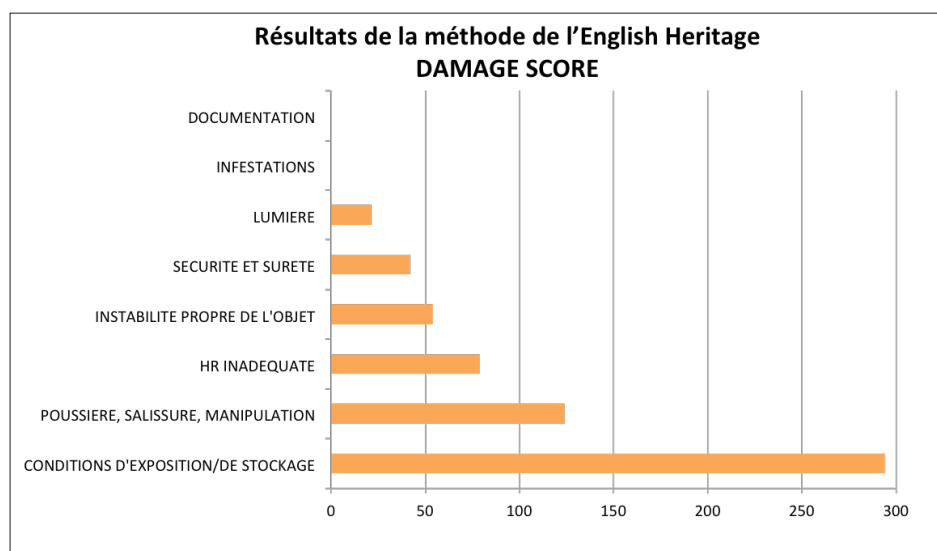
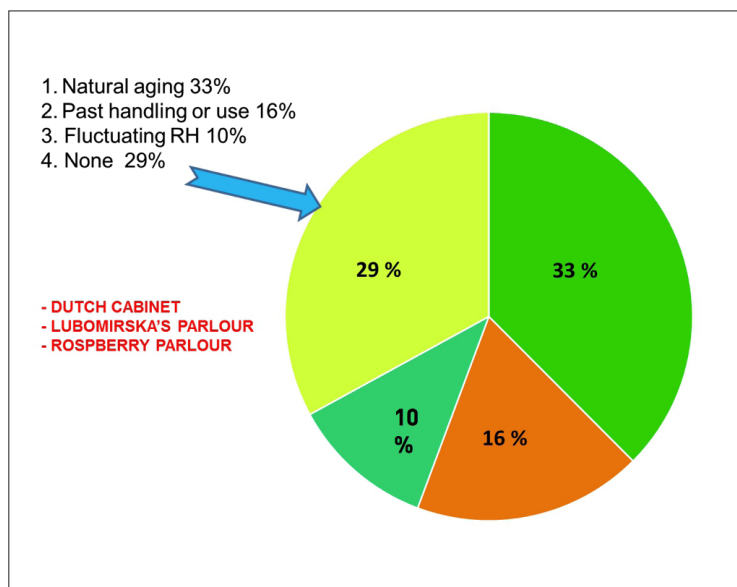


Fig. 4  
Comparaison des résultats  
de la méthode de l'English  
Heritage et de la méthode  
élaborée par A.-M. Gunn  
et appliquée pour la  
première fois au château  
de Chantilly. Les problèmes  
liés à la manipulation et à  
l'entretien semblent primer  
dans les deux cas.  
(© Équipe EPICO)





*Fig. 5*  
Résultat de  
l'application du  
logiciel CAT au  
palais de Wilanów :  
causes probables des  
altérations observées.  
(© Équipe EPICO)

Dans un souci d'uniformité et de comparabilité, le choix du périmètre testé a été strictement étudié. En effet, il était important de trouver dans chaque résidence des salles à étudier comprenant un nombre à peu près similaire d'œuvres, des objets avec des caractéristiques semblables, etc. Un des facteurs importants fut aussi la présence du public – quelles pièces sont visitées en permanence, par intermittence ou même utilisées dans le cadre d'événements particuliers. C'est la conjonction de ces différents facteurs qui a abouti à Wilanów au choix du Cabinet hollandais, du salon Lubomirska et du Salon framboise, trois espaces très différents au sein du Palais.

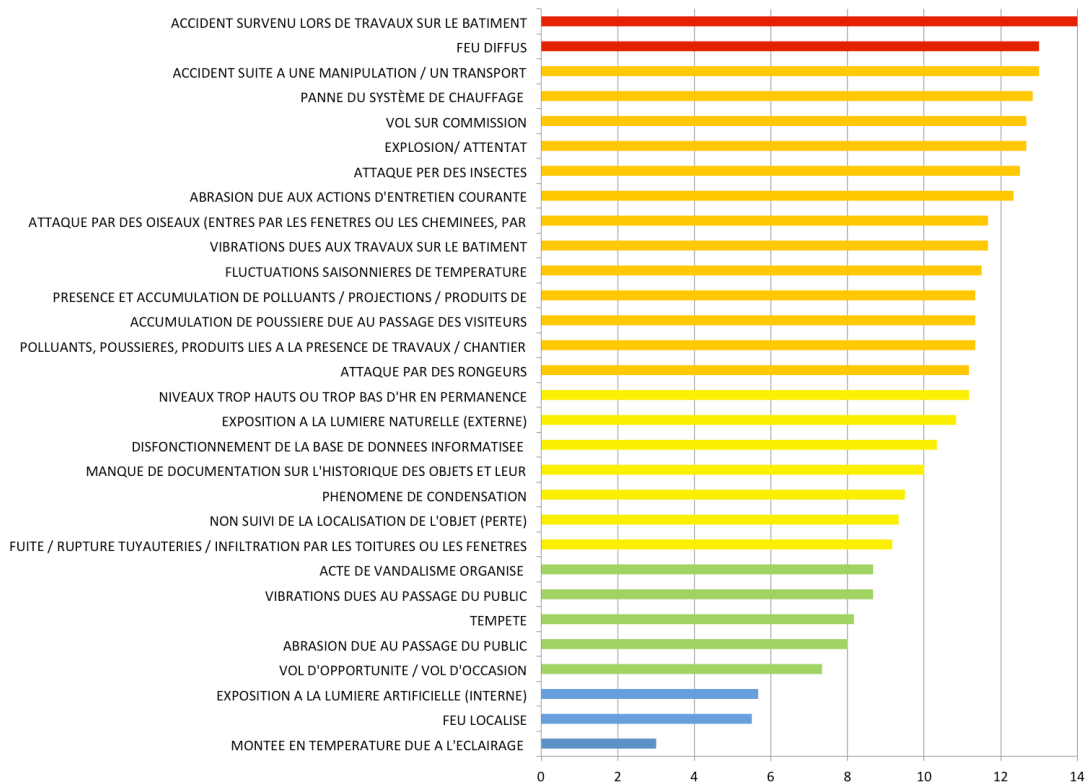
Les tests du logiciel CAT (Fig. 5) ont été réalisés suite à la première évaluation. Cette méthode était également basée sur des rapports de conservation (constats d'état). Grâce à cet outil d'évaluation, il a également été possible d'analyser les conditions de conservation et de déterminer les causes potentielles de dommages. Cette méthode permet de déterminer la cause de détérioration et sa relation avec le lieu d'exposition de l'objet constaté. L'application de cet outil présente une évaluation parfois subjective dans le système de saisie des altérations et leur relation avec les causes (par exemple, 29 % des causes n'ont pu être clairement déterminée). Dans 33 % des cas, le vieillissement naturel était la cause des altérations. Très souvent, la raison de la dégradation était indiquée comme la manipulation ou l'utilisation selon la fonction (16 %), ce qui est cohérent avec le risque d'endommagement dû aux déplacements mis en lumière dans la méthode ABCD.

La méthodologie d'évaluation des risques appelée ABCD a également été testée à Wilanów. Cette méthode d'échelle tire son nom des principales

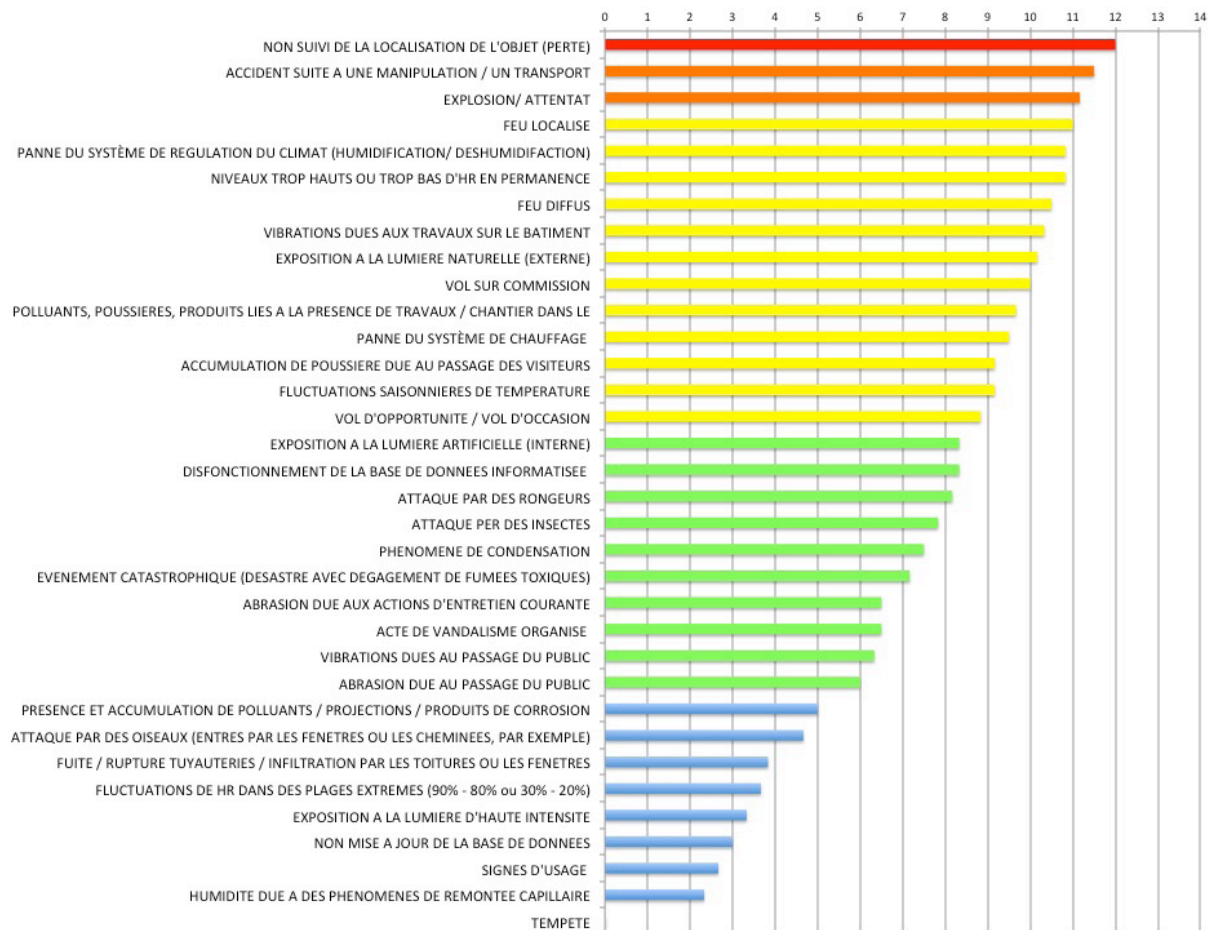
*Fig. 6*  
Résultat de l'application  
de la méthode ABCD au  
château de Versailles.  
(© Équipe EPICO)

*Fig. 7*  
Résultat de l'application de  
la méthode ABCD au palais  
de Wilanów. (© Équipe  
EPICO)

## MAGNITUDE DU RISQUE- VERSAILLES



## MAGNITUDE DU RISQUE- WILANOW





composantes qui déterminent l'importance de chaque facteur de risque défini. Les résultats obtenus (Fig. 7) se sont révélés cohérents avec notre expérience. Des tests ont montré que le risque le plus élevé évalué par cet outil était le risque de dommages résultant principalement des déplacements (manutention / transport) et du risque de dissociation ou de perte. Bien sûr, le plus dangereux était le risque d'incendie. Une position quelque peu surprenante est l'attentat terroriste – qui n'a jamais eu lieu à Wilanów ; tout en tenant compte de la situation politique, le risque était hautement probable.

Il est intéressant de remarquer que les facteurs de risques de Wilanów sont très proches de ceux mis en lumière par l'application de la méthode ABCD à Versailles (Fig. 6). Ils semblent cohérents par rapport à l'analyse des constats d'état des œuvres et de l'expérience des personnes travaillant dans cet établissement.

La méthode ABCD a également intéressé les membres de l'équipe EPICO car elle met en valeur des risques et permet donc de se projeter dans l'avenir, ce qui n'est pas évident avec les autres méthodes testées.

### **Bilan des méthodes d'évaluation testées**

En conclusion de cette étude comparative de différentes méthodes d'évaluation, nous pouvons présenter un essai d'évaluation de leur efficacité par rapport aux objectifs fixés au début de notre recherche (Tab. 2).

Le temps d'application et les moyens humains à déployer sont aussi des éléments fondamentaux dans l'évaluation de chaque méthode (Tab. 3).

### **Conclusion**

Les séances de test ont permis de vérifier sur le terrain l'adaptabilité et l'efficacité des différents éléments des méthodes et d'en tirer les conclusions suivantes :

- La méthode d'évaluation, c'est-à-dire la manière de collecter et traiter les données est un élément crucial pour aboutir à des résultats fiables. La comparaison des graphiques des méthodes testées montre clairement que la pertinence du résultat des évaluations est liée davantage au système de traitement des données qu'au degré d'expertise des examinateurs (pour les tests, il s'agissait d'une même équipe composée de conservateurs-restaurateurs, d'un historien de l'art, d'un régisseur, d'un physicien, de spécialistes en conservation préventive). Ainsi, il est admissible d'allouer moins d'énergie à l'observation de l'objet dans sa singularité, mais il ne faut pas se tromper dans le système de calculs des données concernant l'ensemble de la collection.
- L'historique de l'emplacement des œuvres est un élément déterminant pour la prise en compte de la relation cause à effet. Même si les méthodes Gunn et de l'English Heritage évaluent les causes en fonction des altérations constatées, les méthodes testées ne prennent pas en compte ce paramètre. Dans une demeure historique, l'interprétation des

<b>Critères d'évaluation des méthodes par rapport aux objectifs d'EPICO</b>	<b>Inspection pilote</b> M. A. Gunn  Université Paris 1	<b>Méthode croisée</b> A. Xavier- Rowe, C. Fry  English Heritage	<b>ABCD</b> S. Michalski <i>et alii</i>  Institut Canadien de Conservation	<b>CAT</b> Conservation Studio  Scottish Museum Council
La méthode doit fournir une vision globale par une approche systémique	✓	✓	✓	×
Elle doit être spécifique/adaptable aux collections des demeures historiques ouvertes au public	✓	✓	✓	✓
La méthode doit être simple et reproductible (sur des résidences à grande échelle aussi bien que dans des demeures de taille plus modeste)	✓	✓	✓	✓
Elle doit mettre en lumière la relation cause/effet des altérations	✓	✓	×	✓
La méthode doit être utilisable avec n'importe quel support : papier, feuilles de calcul type Excel, base de données (par ex. Filemaker*), mais aussi adaptable aux systèmes informatiques de gestion des collections existants (par ex. The Museum System - TMS*).	✓	✓	✓	×
Comparabilité entre salles/sites : le système de calcul n'est pas influencé par le nombre d'objets exposés dans les salles	×	✓	✓	×
Les résultats de l'évaluation avec cette méthodes sont cohérents/comparables avec les données issues d'une campagne de constat faite objet par objet	✓	✓	×	×

Tab. 2

Tableau récapitulatif des critères d'évaluation des méthodes. (© Équipe EPICO)

<b>TEMPS ÉTAPES DE L'ÉVALUATION / MÉTHODE</b>	<b>BILAN SANITAIRE</b>	<b>ABCD</b>	<b>GUNN</b>	<b>ENGLISH HERITAGE</b>
Préparation des outils de constat au bureau et sur place	<b>1 jour</b> 2 personnes	<b>1 jour</b> 2 personnes	<b>2 jours</b> 1 personne	<b>1/2 journée</b> 1 personne
Collecte des données sur place	<b>3 jours</b> 2 personnes	<b>3,5 jours</b> 3 personnes	<b>3 jours</b> 2 personnes	<b>3 jours</b> 2 personnes
Traitement des données au bureau	<b>3 jours</b> 1 personne	<b>1 jour</b> 1 personne	<b>1,5 jour</b> 1 personne	<b>2 jours</b> 1 personne
Interprétation des résultats au bureau	<b>3 jours</b> 2 personnes	<b>1 jour</b> 2 personnes	<b>1 jour</b> 2 personnes	<b>1 jour</b> 2 personnes
<b>Total pour trois salles</b>	<b>10 JOURS</b>	<b>6,5 JOURS</b>	<b>7,5 JOURS *</b>	<b>6,5 JOURS</b>
<b>ESTIMATION POUR 12 SALLES</b>	28 JOURS	18 JOURS	7,5 JOURS	20 JOURS

Tab. 3

Tableau récapitulatif des temps d'application estimés pour chaque méthode. (© Équipe EPICO)

\* N.B. : si l'on considère que les résultats de la méthode GUNN sont représentatifs pour douze salles – grâce à l'inspection pilote – la méthode s'avère plus efficace.

altérations et de leurs causes est davantage facilitée par la relation que les œuvres entretiennent avec les conditions de conservation des salles pour lesquelles elles ont été conçues ou affectées. L'historique récent de leur emplacement (entre 0 et 100 ans) est plus facilement identifiable.

- Les facteurs de dégradation actifs (causes) ou potentiels (risques) doivent être évalués et interprétés comme des éléments distincts mais complémentaires, que la littérature et les expériences nous encouragent à faire dialoguer dans une même méthode, dont l'approche doit être systémique.

## Références bibliographiques

- BROKERHOF A., 2005. « Risk assessment of Museum Amstelkring : application to an historic building and its collections and the consequences for preservation management ». In : ICOM-CC Committee for Conservation, *14th Triennial Meeting: Preprints*, 12-16 septembre 2005, La Haye. Londres : James & James, p. 590-596. Tous les articles d'Agnes Brokerhof sont disponibles sur le site [www.academia.edu](http://www.academia.edu) (consulté le 19 décembre 2016).
- DE GUICHEN G. et DE TAPOL B., 1997. *Contrôle du climat dans les musées - Manuel pour le participant*, tome 1 et 2. Rome : ICCROM.
- EDWARDS D. et MURRAY W., 2002. *Condition assessment tool manual : a manual for using the condition assessment tool (CAT) database*. Édinburgh : Scottish Museums Council. L'outil et le mode d'emploi sont téléchargeables gratuitement sur <http://www.scottishconservationstudio.co.uk/cat-download> (consulté le 19 décembre 2016).
- FORLEO D., FRANCAVIGLIA N., DE BLASI S., PAWLAK A. (dir.), 2017a. *Méthodes d'évaluation de l'état et des conditions de conservation des collections dans les demeures historiques*. In : Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, *Cronache* 7. Gênes : Sagep Editori, 2017.
- FORLEO D., FRANCAVIGLIA N., WANSART N., 2017b. « Les méthodes d'évaluation des collections : étude comparative et test en vue de leur application aux collections exposées des demeures historiques et des châteaux-musées. Programme de recherche EPICO ». In : *Les nouvelles rencontres de la conservation préventive*, 8-9 juin 2017. Pierrefitte : Aprévu, p. 125-148.
- GUNN M.-A., 2001. *Bilan des conditions physiques de conservation des collections, Château de Chantilly*, mémoire du DESS en Conservation préventive, dirigé par Denis Guillemard, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- KARSTEN I., MICHALSKI S., CASE M., 2012. « Balancing the preservation needs of Historic House Museums and their collections through risk management ». In : ICOM-DEMIST, *The artifact, its context and their narrative : multidisciplinary conservation in Historic House Museums*, The Getty Research Institute, 6-9 novembre 2012, Los Angeles. Paris : ICOM-CC. Disponible sur : [http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEMIST%20-%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEMIST\\_ICOMCC-LA\\_2012.pdf](http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEMIST%20-%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEMIST_ICOMCC-LA_2012.pdf) (consulté le 19 décembre 2016).
- MICHALSKI S. et PEDERSOLI J. L. Jr, 2016. *La méthode ABC pour appliquer la gestion des risques à la préservation des biens culturels*. Ottawa : Institut Canadien de Conservation (non publié).
- TAYLOR J., 2005. « An integrated approach to risk assessment and condition surveys ». *JAIC - Journal of the American Institute for Conservation* 44 (2), p. 127-141. Disponible sur : [http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic44-02-006\\_indx.html](http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic44-02-006_indx.html) (consulté le 19 décembre 2016).
- WALLER R., 1994. « Conservation risk assessment : a strategy for managing resources for preventive conservation ». In : ROY A., *Preventive conservation, practice, theory and research: preprints of the contributions to the Ottawa Congress*, 12-16 septembre 1994. Ottawa. Londres : IIC-The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, p. 12-16.
- WALLER R., 2003. *Cultural Property Risk Analysis Model, Development and applications at the Canadian Museum of Nature*, PhD Thesis in the Discipline of Conservation. Göteborg : Göteborg University Institute of Conservation, Acta Universitatis Goteburgensis.
- WALLER R. et MICHALSKI S., 2005. « A paradigm shift for preventive conservation, and a software to facilitate the transition ». In : ICOM-CC Committee for Conservation, *14th Triennial Meeting: Preprints*, 12-16 septembre 2005, La Haye. Londres : James & James, p. 733-738.
- Pour un résumé de l'évolution de l'approche prédictive, voir aussi : ANTOMARCI C. et MICHALSKI S., 2007. « L'approche prédictive ou évaluation des risques : un outil d'aide à la décision en conservation préventive ». In : Association des Restaurateurs d'Art et d'Archéologie de Formation Universitaire, *Constats, diagnostics, évaluations : la conservation préventive en action*, X<sup>e</sup> journées-débats organisées par le Master de conservation préventive de l'Université de Paris 1 (sous la direction de Denis Guillemard), 14 et 15 juin 2006, Paris. Actes publiés in : *Conservation-Restauration des Biens Culturels*, Cahier technique n° 15, Paris : ARAAFU, 2007.
- XAVIER-ROWE A. et FRY C., 2007. « What's causing the damage ! The use of a combined solution-based risk assessment and condition audit ». *Museum Microclimates, National Museum of Denmark and ICOM-CC preventive Conservation Working Group*. Copenhagen, p. 107-114. Disponible sur : <https://www.english-heritage.org.uk/content/imported-docs/k-o/musmiccfauditpaper.pdf> (consulté le 19 décembre 2016).
- XAVIER-ROWE A. et FRY C., 2011. « Heritage collections at risk : English Heritage collections risk and condition audit ». In : ICOM-CC, *16th Triennial Conference*, 19-23 septembre 2011, Lisbonne. Lisbonne : International Council of Museums. Disponiblesur:[http://www.english-heritage.org.uk/content/learn/conservation/2543455/2543024/Heritage\\_Collections\\_at\\_Risk.pdf](http://www.english-heritage.org.uk/content/learn/conservation/2543455/2543024/Heritage_Collections_at_Risk.pdf) (consulté le 19 décembre 2016).

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

## Résumé

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

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

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

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

## Mots clés

Indicateurs d'altération, cause d'altération.

### Roberta Genta

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

### Marco Nervo

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Conclusion

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

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

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

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

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

## Notes

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

## Bibliographie

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

### Métaux/Miroir/Verre

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Samie F., 2006. *HNO<sub>3</sub>-Induced Atmospheric Corrosion of Copper*,



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

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

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

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

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

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

BRATASZ L., RACHWAŁ B., LASZYK L., ŁUKOMSKI M., KOZLOWSKI R., 2010. *Fatigue fracture of painted wood due to repeated humidity variations. Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences*. [https://www.researchgate.net/publication/263061432\\_Fatigue\\_Damage\\_of\\_the\\_Gesso\\_Layer\\_in\\_Panel\\_Paintings\\_Subjected\\_to\\_Changing\\_Climate\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/263061432_Fatigue_Damage_of_the_Gesso_Layer_in_Panel_Paintings_Subjected_to_Changing_Climate_Conditions) (consulté le 5 avril 2019).  
CRISTOFERI E., 1992. *Gli avori, problemi di restauro*. Florence : Nardini Editore.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Papier/Textile

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

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

## Bibliographie générale

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

# La méthode d'évaluation EPICO : un outil pour la priorisation des actions de conservation préventive dans les demeures historiques

## Résumé

Après avoir analysé les méthodes d'évaluation existantes, les avoir testées *in situ* et vérifié leur efficacité d'application sur les collections et les décors de trois demeures historiques ouvertes au public, nous en avons identifié et compris les points forts et les points faibles, afin de mettre en place les quatre étapes principales qui peuvent aujourd'hui résumer la méthode d'évaluation EPICO :

1. Le zonage préalable : la salle a été traitée comme une cellule de base, caractéristique commune à toutes les demeures. Nous avons défini des critères qui nous permettent d'identifier des classes homogènes de salles et de sélectionner les zones représentatives du château qui feront l'objet de l'évaluation.
2. Le constat d'état des œuvres et des décors : par objet et matériau constitutif, les altérations les plus importantes sont identifiées et, pour chaque altération, l'évaluateur doit indiquer la *gravité* et l'étendue (de 1 à 4), ainsi que la *cause générique* qui a pu engendrer l'altération qu'il est en train d'observer sur l'objet.
3. Le traitement des données : parmi les résultats les plus intéressants du traitement des données, la méthode EPICO permet de calculer l'Indice d'importance des causes (IC), où chaque cause est rapportée à la gravité des altérations engendrées.
4. L'interprétation des résultats et préconisations pour la mise en œuvre des actions de conservation : le traitement fournit un classement des causes actives et des risques qui aide le gestionnaire des collections à la priorisation des actions de conservation préventive.

### Danilo Forleo

Chargé de la conservation préventive et responsable du programme EPICO, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon  
danilo.forleo@chateauversailles.fr

### Nadia Francaviglia

Conseil en conservation préventive, attachée de recherche pour le programme EPICO  
nadia.francaviglia@gmail.com

**L**e processus de mise en place du plan de conservation préventive dans une demeure historique compte quatre phases : évaluation, diagnostic, préconisations, plan d'action.

La méthode EPICO se concentre notamment sur les deux premières étapes.

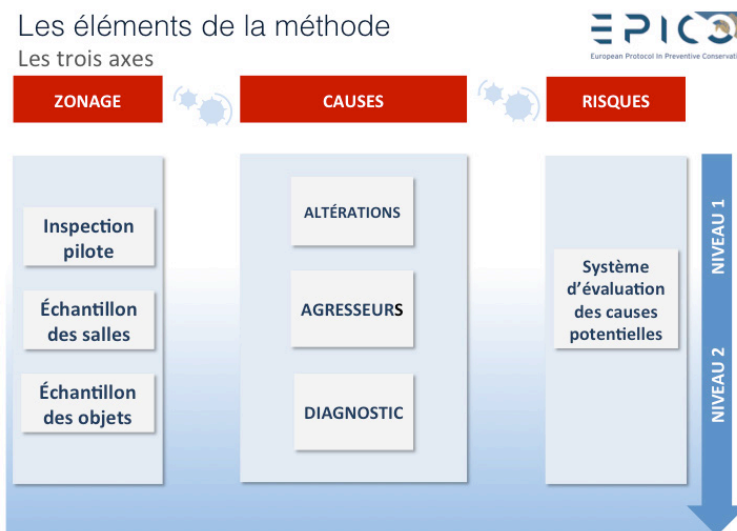
Les objectifs du programme EPICO, déjà décrits par ailleurs [Forleo, Francaviglia, De Blasi *et al.*, 2017] répondent au principe fondateur de l'évaluation de conservation : « connaître pour agir et rétablir » [Guillemard, 2014].

Est-il certain que le climat plutôt que l'éclairage soit le facteur d'altération le plus important à l'intérieur de notre demeure ? L'expérience nous montre que l'analyse des courbes climatiques ne peut pas suffire.

Nous ne souhaitons pas aboutir à des préconisations par la seule analyse

Fig. 1

Schéma synthétique de la méthode d'évaluation des causes actives issue du programme EPICO.



des conditions de conservation, notre but ultime étant celui de faire « parler » les objets.

Seule l'analyse de centaines de symptômes (les effets visibles des altérations sur les collections) dans leur relation avec les causes qui en sont à la source peuvent donner suite à un bon diagnostic.

### Les trois axes de la méthode

La méthode d'évaluation expérimentée dans le cadre du programme EPICO se compose de trois axes qui correspondent à trois moments distincts de l'évaluation (Fig. 1) :

- 1. Le zonage de la demeure** : cette étape s'avère fondamentale si l'on doit évaluer une grande demeure avec plus de 500 objets exposés dans les salles ; suite à une inspection pilote *in situ* et à la collecte d'informations succinctes concernant la configuration des salles et l'histoire de la conservation des objets, leur typologie, etc., nous pouvons identifier l'échantillon de salles et des objets qui sera statistiquement représentatif des conditions de conservation de notre demeure [Forleo et Francaviglia, 2018].
- 2. L'évaluation des causes** : suivant des étapes précises, nous démarrons l'évaluation des causes actives par le relevé des altérations observables sur les objets et l'analyse des conditions de conservation. Suivant ce processus, nous pouvons ensuite identifier les causes plausibles des altérations pour établir notre diagnostic.
- 3. L'évaluation des risques** : nous terminons notre diagnostic par l'évaluation des causes d'altération potentielles, c'est-à-dire des agresseurs pour lesquels il n'est pas possible d'observer les effets au moment du constat car ils ne se sont pas encore manifestés.

Nous avons concentré davantage notre recherche sur le système de zonage sur base statistique et d'évaluation des causes actives (axe 1 et 2),

les méthodes d'évaluation des risques ayant déjà été développées dans d'autres contextes [Waller, 2003 ; Brokerhof, 2005 ; Xavier-Rowe et Fry, 2011 ; Michalski, 2016].

### Les deux niveaux de l'évaluation

Pour ces trois axes de la méthode, l'évaluateur peut choisir entre deux niveaux de complexité pour son application selon le temps à disposition, l'expertise de l'équipe d'évaluateurs, le degré de précision souhaité pour le diagnostic. Nous avons appelé ces deux niveaux « *évaluation initiale* » et « *évaluation exhaustive* ».

### Les outils de mise en œuvre

Cette méthode, qui se veut simple et transférable, doit pouvoir être appliquée indépendamment des outils de gestion des bases des données à disposition. Idéalement sur papier ou sur feuilles de calcul type Excel® – largement disponibles –, ou, dans le meilleur des cas, avec des systèmes informatiques de gestion des collections. Dans le cas du château de Versailles, le système de gestion de collections (TMS® - The Museum System) s'avère très performant et flexible, ce qui a permis de le faire évoluer pour intégrer les éléments de notre méthode d'évaluation.

### Inspection pilote

L'application de la méthode nécessite une collecte des données préalable avant de démarrer l'évaluation des collections proprement dite.

Une partie importante de cette collecte de données préalable concerne les salles : la salle est en effet notre unité de base, comme une cellule fondamentale dans le système « demeure historique ».

Au cours de la recherche, nous nous sommes rendu compte que les critères concernant les risques naturels (climat, lumière, etc.) ne seraient pas exhaustifs pour décrire les conditions de conservation du système « demeure ». Nous avons donc choisi des critères qui concernent l'enveloppe architecturale et les modalités d'exploitation du site qui contiennent statistiquement toutes les causes potentielles pouvant se manifester dans une demeure :

- Orientation des salles.
- Impact humain : coefficient calculé *par salle* qui tient compte de trois variables – le nombre de visiteurs par an et la surface au sol, ainsi que du nombre de jours d'ouverture par an selon les périodes d'affluence (basse ou haute saison). Si l'on ne dispose pas des chiffres concernant l'affluence dans les différentes saisons, on peut aussi le calculer plus globalement [Forleo et Francaviglia, 2018].
- Muséographie (présentation des collections type *appartement*, où toutes les typologies d'objets sont également représentées, ou type *galerie*, quand une typologie d'objet prime sur les autres) ;
- Activités hors visite (tournages, réceptions).

Ces critères nous aident à classer les salles de façon à définir l'échantillon représentatif des conditions de conservation de la demeure



ou d'une zone en particulier. Un échantillonnage des objets est également possible sur la base d'un critère pivot : **l'histoire de la conservation des collections**. Il s'agit notamment de connaître les dates des derniers déplacements et des restaurations, ce qui permet de classer les objets en trois catégories :

1. non restaurés, exposés depuis 5 ans ou plus ;
2. récemment déplacés (moins de 3 ans) ;
3. récemment restaurés (5 à 10 ans).

L'objectif est de mettre en relation les altérations observées au moment du constat sur les collections avec les conditions d'exposition dans la salle où les objets sont exposés.

La collecte préalable de ces données implique un travail de recherche d'information au sein de l'institution qui s'avère fondamentale pour mettre en place une stratégie de conservation préventive basée sur les spécificités du lieu. Il nous semble important de remarquer qu'il s'agit d'un important travail d'équipe car il demande l'implication de plusieurs services et professions au sein d'un établissement (documentation, gestion de collections, gestion de bases de données informatisées).

### **Zonage préalable**

Pour une demeure de petite taille, par exemple le Petit Trianon avec moins de 1 000 objets exposés, il est envisageable de réaliser un recensement complet de la collection mais nous devons également prendre en compte les résidences de taille plus vaste comme le château de Versailles avec plus de 1 000 salles ouvertes au public et environ 17 000 objets exposés.

Nous avons testé plusieurs méthodes d'échantillonnage (random, par cluster, par grappes) et, étant donné l'hétérogénéité des collections et des lieux analysés, la méthode par cluster s'avère la plus efficace. Les études menées par Bianca Fossà et Marta Giommi [Giommi, 2009], qui font l'objet d'un article dans cette publication (voir *infra*), ont été un point de départ pour notre réflexion.

La combinaison de certains critères (muséographie, orientation, etc.) donne lieu à autant de clusters à l'intérieur desquels les salles sont échantillonnées.

Après le tirage au sort, il faudrait idéalement constater tous les objets dans chaque salle de l'échantillon. Si, après ce premier échantillonnage, le nombre d'objets est encore trop important et l'équipe n'est pas en mesure de se charger de la collecte, il est possible de procéder à un double échantillonnage et de tirer au sort les objets à constater sur la base des trois critères décrivant l'historique et la typologie des collections.

### **Fiche de saisie pour le constat d'état**

Nous utilisons pour le constat d'état le même modèle de fiche mise en place au cours des tests des méthodes et ensuite développée pour notre système d'évaluation.

ALTÉRATION : ABRASION/USURE/EFFILOCHAGE/RAYURE

DÉFINITION

**Abrasion** : usure par frottement due à des mauvais traitements/manipulations qui laissent des marques à la surface

**Rayure** : perte de matière, entaille superficielle longiligne, due à une action mécanique

**Usure** : altération de la surface sous l'effet d'un usage ou d'un frottement prolongé ou répété

Source : Glossaire visuel du Centre de Conservation du Québec

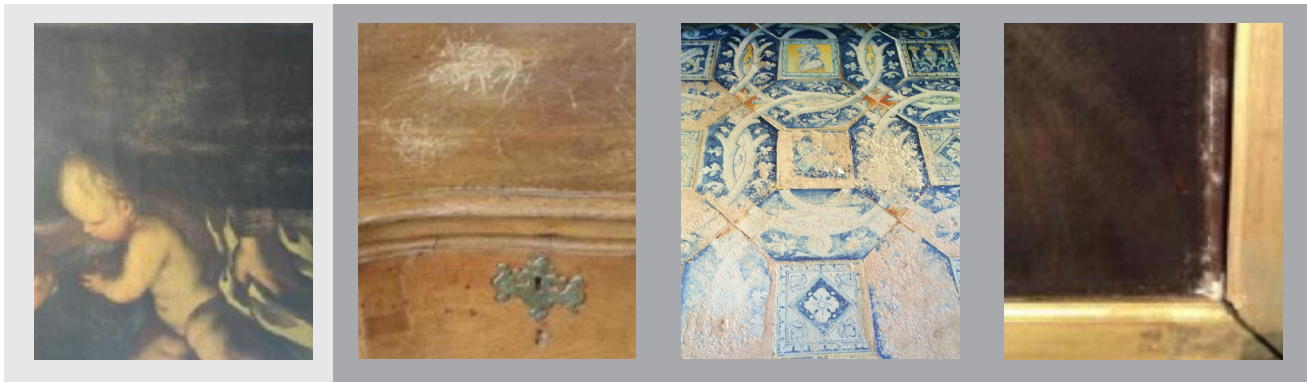
Fig. 2  
Glossaire visuel mis au point au cours des tests *in situ* en 2016.  
(© Forleo, Francaviglia)

Fig. 3  
Exemple de terme de cause générique, cause spécifique et de diagnostic associé.

INDICE DE GRAVITÉ

1. ABRASION/RAYURE SUPERFICIELLE

4. ABRASION/RAYURE PROFONDE, PERCEPTIBLE AU TOUCHER



INDICE D'ÉTENDUE

1. Altération localisée sur <b>moins de 10 %</b> de la surface	2. Altération diffuse sur <b>10 % &lt; X &lt; 25 %</b> de la surface	3. Altération diffuse sur <b>25 % &lt; X &lt; 50 %</b> de la surface	4. Altération diffuse sur <b>plus de 50 %</b> de la surface
--	--	--	---

CAUSE GÉNÉRIQUE	CAUSE SPÉCIFIQUE	DIAGNOSTIC
<ul style="list-style-type: none"><li>Entretien inadapté</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Chiffons abrasifs/mouillés/accrochants</li><li>Outils de micro-aspiration inadaptés</li><li>Produit d'entretien (cirage, lessivage, polissage)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Protocole d'entretien inadapté (matériel ou fréquence)</li><li>Manque de formation/sensibilisation du personnel</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Accumulation de poussière - entretien répété</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Fréquence excessive</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Gestion inadaptée du flux des visiteurs (sas, vestiaires, régulation du nombre de visiteurs...)</li><li>Mode d'exposition inadapté (manque de protection, mousseline...)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Manipulation/transport/accident</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Manipulation</li><li>Transport</li><li>Accident</li><li>Coups accidentels visiteurs/professionnels</li><li>Frottement dû au passage répété des visiteurs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Fréquence excessive des déplacements des œuvres (politique, événements de l'établissement)</li><li>Non-respect des protocoles de manipulation et transport (procédures, EPI/emballage inadaptés)</li><li>Manque de formation/sensibilisation du personnel</li><li>Gestion inadaptée du flux des visiteurs (sas, vestiaires, régulation du nombre de visiteurs...)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Utilisation selon la fonction</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Manipulation des portes/fenêtres</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Absence d'un protocole d'utilisation des œuvres (objets équivalents /non patrimoniaux)</li></ul>

La première partie d'identification de l'objet peut, dans le cas des collections du château de Versailles, être facilement extraite à partir de la base de données informatisée de gestion des collections, TMS®. Elle nous renseigne sur le numéro d'inventaire, la typologie ainsi que la description de l'objet et de ses matériaux constitutifs.

La deuxième partie, à remplir, est par contre dédiée au constat d'état des objets, cœur de notre évaluation : il est possible de choisir parmi une liste de 18 indicateurs d'altération génériques.

Pour chaque altération, la cause la plus probable est identifiée parmi une liste de 14 causes génériques.

Pour l'évaluation initiale les altérations sont relevées pour chaque matériau ainsi que les causes plausibles et le diagnostic correspondants.

**L'évaluation exhaustive** prévoit l'évaluation de l'altération à travers deux critères, gravité et étendue, sur une échelle de 1 à 4. Ce système est fondamental pour calculer ensuite l'importance des causes attribuées à chaque altération. Pour chaque cause générique peut être indiquée une cause spécifique et donc un diagnostic plausible, sur la base des informations à disposition (Fig. 3).

### Glossaire visuel des altérations

La liste des indicateurs d'altération et des termes de causes génériques a fait l'objet d'un long travail de recherche.

Il était en effet très important de s'assurer que les termes d'altération utilisés en phase de test soient compris de la même façon par toute l'équipe d'évaluateurs, sans ambiguïté.

Une fois la liste de 18 indicateurs génériques d'altération arrêtée, nous avons rédigé une définition pour chacun (lorsqu'elle n'était pas disponible en littérature).

Nous les avons déclinés sur 4 niveaux de gravité et d'étendue et illustrés par des images.

Ce document, mis en place par l'équipe de Versailles, a été ensuite confié à l'équipe de conservateurs-restaurateurs du Centre de conservation de Venaria et il a fourni le support pour la recherche sur les indicateurs d'altération spécifiques (voir *infra*) (Fig. 2).

L'implication des équipes du CCR dans le travail de normalisation de la terminologie sur les altérations du patrimoine culturel a représenté un atout important dans le cadre de cette recherche.

Le glossaire visuel créé dans le cadre de cette deuxième phase du programme EPICO constitue un support indispensable pour l'équipe d'évaluateurs.

### Glossaire des causes d'altération et des diagnostics

De même que pour les termes d'altération, nous avons rédigé un glossaire pour les causes d'altération qui fournit :

- une définition pour chaque cause générique ;

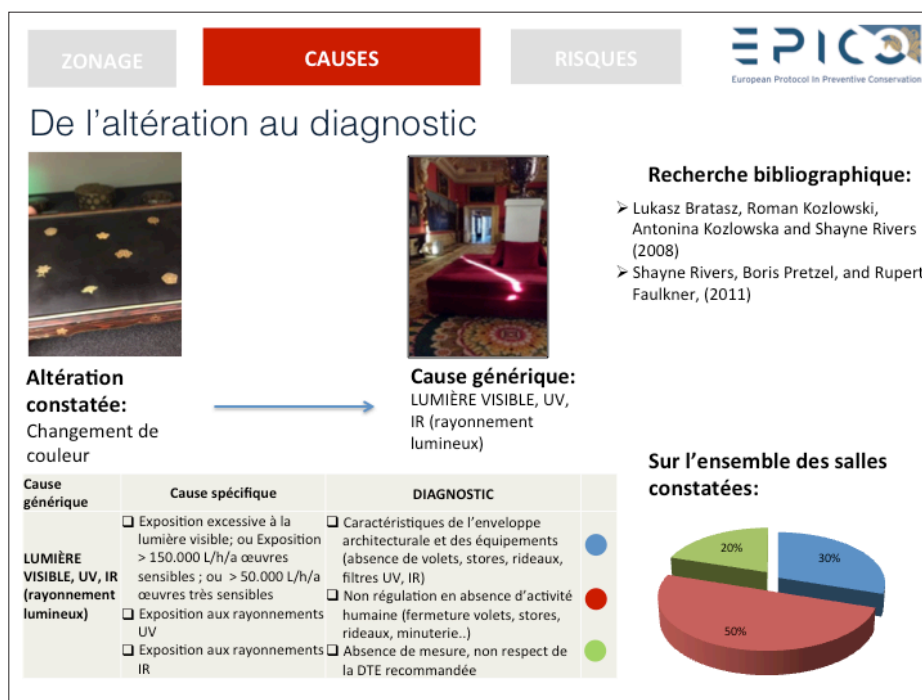


Fig. 4  
Exemple de diagnostic sur une cause donnée (lumière et UV).  
(© Forleo, Francaviglia)

- une liste prédéfinie de causes spécifiques, qui représentent le détail de chacune des causes génériques ;
- une liste prédéfinie des diagnostics correspondants.

Ces listes sont sélectionnables lors du constat d'état et de collecte des données *in situ*. Elles font ensuite l'objet d'un traitement des données spécifique, détaillé comme suit.

### De l'altération au diagnostic

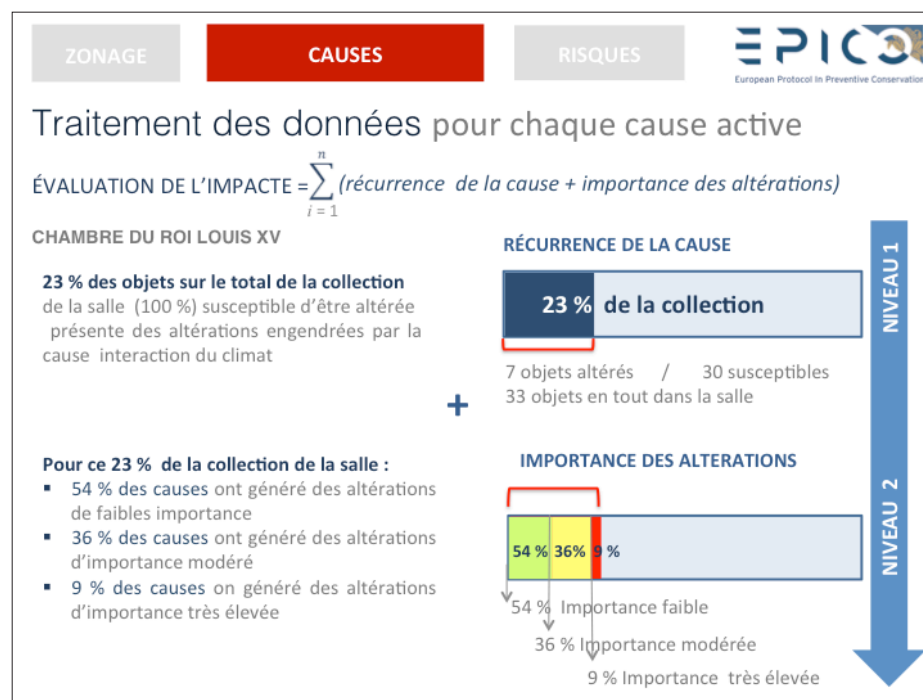
Prenons par exemple des objets en laque, très sensibles à l'exposition à la lumière. Si dans un niveau initial on peut tout simplement indiquer la lumière comme cause générique, une évaluation exhaustive peut aussi nous guider vers l'identification d'une cause spécifique et à un diagnostic qui nous permet d'appuyer au mieux nos préconisations et, donc, nos priorités d'action.

Dans le cas spécifique de l'exposition à la lumière provenant des fenêtres, la connaissance des pratiques d'ouverture et de fermeture des volets ainsi que du nombre de jours d'ouverture au public peut nous aider à calculer la dose totale d'exposition (DTE) et comprendre si ces pratiques doivent évoluer ou pas, afin de ralentir le procès de décoloration.

Sachant que les listes d'altérations, de causes et de diagnostics sont préétablies, et que le même diagnostic peut être proposé pour plusieurs causes, nous pouvons obtenir des rapports simples pour une seule salle, pour une zone ou pour une demeure.

Dans l'exemple proposé, un simple changement des pratiques et une

Fig. 5  
Méthode de calcul de la fréquence et de l'impact des causes actives sur une salle ou zone donnée.  
(© Forleo, Francaviglia)



formation adaptée des agents chargés de la fermeture des rideaux et des volets peuvent stopper rapidement la cause active détectée (Fig. 4).

### Mode de calcul

Pour chaque cause active constatée, nous pouvons évaluer son impact sur la collection. Le but étant d'avoir un classement de l'ensemble des causes de la plus importante à la moins importante afin de prioriser nos investissements sur les causes ayant un impact majeur sur notre demeure.

L'évaluation de l'impact de la cause suit la simple équation = récurrence de la cause + importance des altérations engendrées pour cette même cause.

La récurrence est facilement évaluable. La collecte et le traitement des données peuvent être réalisés dans l'évaluation initiale (notre premier niveau d'expertise et de temps requis pour l'évaluation). Cela nous donne en nombre ou en % la quantité d'objets de la collection affectée par une cause donnée.

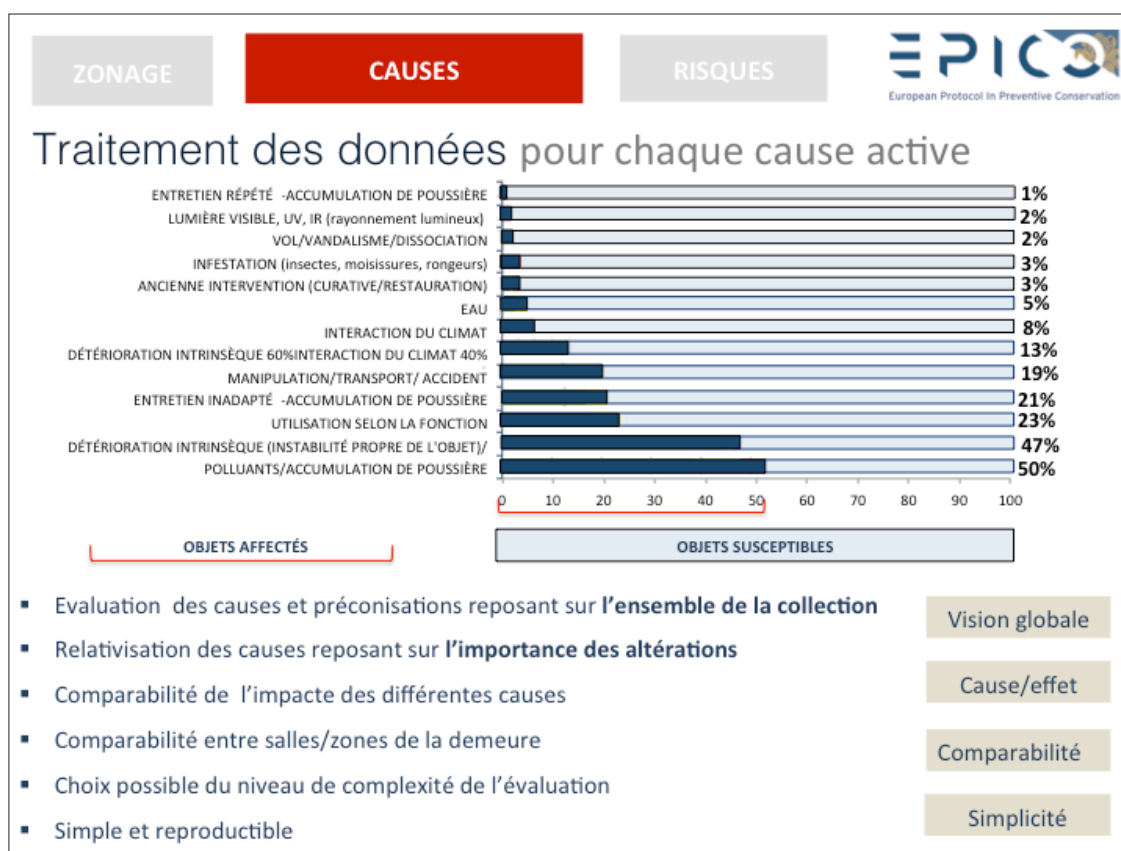
Voyons ici un exemple (Fig. 5).

Dans la chambre du roi Louis XV, à Versailles, un certain nombre d'objets est susceptible d'être altéré par des conditions climatiques inadéquates (matériaux organiques et métaux, par exemple). Sur cet ensemble d'objets, 23 % présentent effectivement des altérations engendrées par la cause climat. C'est une information essentiellement quantitative.

Dans le niveau le plus avancé de l'évaluation, nous pouvons aussi avoir une information qualitative.

Pour cette même cause (le climat), nous pouvons connaître l'importance des altérations engendrées sur la collection.





En reprenant le même exemple de la chambre du roi Louis XV, si l'on considère que 23 % de la collection « sensible » de la salle est affecté par les effets du climat :

- 54 % de fois la cause climat a généré des altérations de faible importance ;
- 36 % de fois la cause climat a généré des altérations d'importance modérée ;
- 9 % de fois la cause climat a généré des altérations d'importance très élevée.

### Traitement des données

Le calcul de la récurrence d'une cause pour les objets de la salle ou de la demeure donne une information essentielle. Cela repose sur l'un des principes de base de la conservation préventive qui nous impose de regarder l'ensemble de la collection et non pas chaque objet pris individuellement. Les résultats de notre évaluation et des préconisations sont corroborés par la masse des données collectées – les erreurs d'interprétation sont ainsi minimisés : l'importance de chaque cause résulte de la somme du nombre d'objets affectés par cette même cause.

Dans le niveau le plus avancé de l'évaluation, le calcul de l'importance des altérations est également utile. Cela nous permet d'estimer le coût/bénéfice du traitement d'une cause par rapport à une autre lors de la rédaction des préconisations.

Par exemple, la cause *entretien inadapté* peut avoir été fréquemment

Fig. 6  
Résultats présentés en  
forme de graphique  
sur un ensemble des  
causes actives. (© Forleo,  
Francaviglia)

diagnostiquée mais elle génère des altérations de faible importance. En plus, elle peut être traitée facilement en une semaine de formation des agents avec un coût très faible.

Par contre, *l'accumulation de poussière* et la présence de *polluants*, également constatées de manière récurrente, génèrent des altérations très importantes. Ces causes sont dues à la forte affluence de visiteurs, donc à la politique d'ouverture des salles au public. Leur traitement nécessite une réflexion sur le long terme, impliquant les administrateurs du site au plus haut niveau hiérarchique.

Le système de calcul des causes nous permet de comparer leur impact dans les différentes salles/zones de la demeure sur une même échelle et il peut être appliqué avec des moyens simples (Fig. 6).

### Risques

Nous avons davantage creusé la méthode dans le sens du zonage et de l'évaluation des causes. Des méthodes pour l'évaluation des risques existent aujourd'hui et ont été largement expérimentées et utilisées dans les contextes les plus divers [Karsten *et al.*, 2012].

La méthode la plus simple et qui peut se relier au mieux avec notre évaluation des causes est la méthode de calcul du RISK SCORE expérimentée par l'English Heritage, qui prend en compte la probabilité que le risque se manifeste, le nombre d'objets potentiellement affectés et la perte de valeur conséquente.

Comme dans la méthode de l'English Heritage, la liste des agresseurs est la même pour l'évaluation des causes et des risques.

Contrairement à l'approche proposée par nos collègues anglais, dans notre système un agresseur qui a déjà été identifié en tant que cause active ne sera pas analysé en tant que risque.

**L'évaluation des risques concerne uniquement les agresseurs dont l'effet sur les collections n'est pas encore visible au moment du constat.**

L'évaluation des risques concerne uniquement les salles de l'échantillon statistique préalablement identifié.

### Résultats

Reprenant le schéma proposé avec les deux niveaux possibles d'applications :

- le zonage et l'inspection pilote sont communs aux deux niveaux, car ils s'avèrent nécessaires, notamment dans le cas d'une demeure dont la taille et le nombre d'objets exposés ne permettent pas à l'équipe d'effectuer un recensement complet.
- Suite à la collecte des données effectuée avec les fiches que nous avons présentées, l'évaluateur est en mesure de proposer, pour le premier niveau d'évaluation, un classement des altérations et des causes génériques par nombre d'objets affectés et un classement des diagnostics plausibles.
- Pour le niveau plus avancé, « l'évaluation exhaustive », un classement

des causes par l'IMPACT représente le résultat de la combinaison du côté quantitatif donné par la récurrence de chaque cause et le côté qualitatif de l'importance de l'altération engendrée. Comme pour le niveau 1, un classement des diagnostics peut être réalisé ainsi qu'un classement des causes spécifiques.

- L'évaluation des risques ne diffère pas du niveau 1 au niveau 2.

### **Conclusion**

Nous souhaitons arrêter notre système de modélisation au classement des diagnostics des causes et des risques.

Il est préférable de laisser l'étape suivante d'interprétation et rédaction des préconisations aux compétences et à l'expérience de l'évaluateur qui est nécessaire, selon les spécificités de la demeure en question, pour estimer le coût/bénéfice du traitement d'une cause ou d'un risque d'altération par rapport à un autre.

Néanmoins, l'évaluation demeure, à notre sens, l'étape fondamentale pour la rédaction des préconisations et du plan de conservation préventive.

## Références bibliographiques

- ASSOCIATION DES RESTAURATEURS D'ART ET D'ARCHÉOLOGIE DE FORMATION UNIVERSITAIRE, 2007. *Constats, diagnostics, évaluations : la conservation préventive en action*, X<sup>es</sup> journées-débats organisées par le Master de conservation préventive de l'Université de Paris 1 (sous la direction de Denis Guillemard), 14 et 15 juin 2006, Paris. Actes publiés in : *Conservation-Restauration des Biens Culturels*, Cahier technique n° 15, Paris : ARAAFU.
- BROKERHOF A., 2005. « Risk assessment of Museum Amstelkring : application to an historic building and its collections and the consequences for preservation management ». In : ICOM-CC Committee for Conservation, *14th Triennial Meeting: Pre-prints*, 12-16 septembre 2005, La Haye. Londres : James & James, p. 590-596.
- FORLEO D. et FRANCAVIGLIA N., 2018. « Conservation assessment of historic house collections : testing different statistical methods ». In : *Studies in Conservation : Turin Special Issue*, actes du colloque international IIC, 10-14 septembre 2018, Turin.
- FORLEO D., FRANCAVIGLIA N., WANSART N., 2017. « Les méthodes d'évaluation des collections : étude comparative et test en vue de leur application aux collections exposées des demeures historiques et châteaux-musées – Programme de recherche EPICO ». In : *Actes du colloque international « Les nouvelles rencontres de la conservation préventive »*, Association AprévU, 8-9 juin 2017. Pierrefitte-sur-Seine : Archives nationales.
- FORLEO D., FRANCAVIGLIA N., DE BLASI S., PAWLAK A., 2017. « Méthodes d'évaluation de conservation des collections dans les demeures historiques ». In : *Cronache 7, Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale*. Gênes : Sagep Editori.
- GIOMMI M., 2009. « Indagine sulla conservazione con metodo statistico », in PRISCO G. (dir.), *Filologia dei materiali e trasmissione al futuro. Indagine e schedatura dei dipinti murali del Museo Archeologico di Napoli*. Rome : Gangemi Editore, p. 119-131.
- GUILLEMARD D., 2014. *Évaluation de conservation : déterminer les risques et les causes de dégradation pouvant entraîner une perte d'intégrité et de valeur d'un site culturel*, support au cours du Master en conservation préventive, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, non publié.
- KARSTEN I., MICHALSKI S., CASE M., 2012. « Balancing the preservation needs of Historic House Museums and their collections through risk management ». In : ICOM-DEMIST, *The artifact, its context and their narrative : multidisciplinary conservation in Historic House Museums*, The Getty Research Institute, 6-9 novembre 2012, Los Angeles. Paris : ICOM-CC. Disponible sur : [http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEMIST%20\\_%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEMIST\\_ICOMCC-LA\\_2012.pdf](http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEMIST%20_%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEMIST_ICOMCC-LA_2012.pdf).
- MICHALSKI S., PEDERSOLI J. L., ANTONARCHI C., 2016. *The ABC Method : a risk management approach to the preservation of cultural heritage*, ICCROM - ICC. <https://www.iccrom.org/it/publication/abc-method-risk-management-approach-preservation-cultural-heritage>.
- WALLER R., 2003. *Cultural Property Risk Analysis Model, Development and applications at the Canadian Museum of Nature*, PhD Thesis in the Discipline of Conservation, Göteborg : Göteborg University Institute of Conservation, Acta Universitatis Goteburgensis.
- XAVIER-ROWE A. et FRY C., 2011. « Heritage collections at risk : English Heritage collections risk and condition audit ». In : ICOM-CC, *16th Triennial Conference*, 19-23 septembre 2011, Lisbonne. Lisbonne : International Council of Museums. Disponible sur : [http://www.english-heritage.org.uk/content/learn/conservation/2543455/2543024/Heritage\\_Collections\\_at\\_Risk.pdf](http://www.english-heritage.org.uk/content/learn/conservation/2543455/2543024/Heritage_Collections_at_Risk.pdf).



02

De l'évaluation à la  
planification :  
la gestion de la  
conservation  
préventive dans les  
demeures historiques



Suivant une approche comparative visant l'application des méthodologies d'évaluation aux situations réelles de gestion des collections, le deuxième axe du colloque a pour objectif le partage d'expériences au sein des demeures historiques et des châteaux-musées internationaux, grâce à la contribution d'intervenants engagés en première ligne dans la gestion de demeures reconnues autant pour leur beauté, leur intérêt historique et social que pour leur complexité.

Les auteurs sont appelés à décrire les outils et les méthodes utilisés pour analyser et comprendre les priorités de conservation au sein de leur institution, donnant un aperçu des actions entreprises et des résultats obtenus, mais aussi des difficultés rencontrées et des défis à venir, dans une optique d'échange et de partage.

Des grandes institutions comme les musées du Vatican et le château de Versailles, qui bénéficient d'équipes dédiées à la conservation préventive et à l'évaluation des facteurs de risques pour les collections, ont pu se confronter aux institutions, telles que le château de Neuschwanstein en Bavière et la Casa de Rui Barbosa à Rio de Janeiro, où des problématiques très spécifiques liées à l'environnement ont dû être étudiées avec une approche pragmatique afin de mettre en place un plan de conservation durable et efficace.

L'entretien des collections et des actions correctives entreprises suite à l'évaluation de l'état de conservation sont aussi abordés, dans le but de mettre en valeur l'aspect concret du travail des équipes directement impliquées au quotidien dans la conservation préventive.

**Cinq tables rondes** ont pour objectif de mettre en communication les professionnels du patrimoine autour des sujets les plus récurrents dans la conservation préventive des demeures historiques. Architectes, chercheurs, conservateurs-restaurateurs et conservateurs sont amenés à partager leur mode opératoire dans les tables rondes dédiées à l'enveloppe architecturale et à la gestion des demeures dans le domaine privé. Des scientifiques, des gestionnaires des collections et des spécialistes en conservation préventive ont pu également se confronter sur les thèmes de l'entretien, de la lumière et du climat au sein des bâtiments historiques, retrouvant des points communs malgré les différentes approches mises en place dans ces pays.

## Thèmes

1. L'application pratique des méthodes d'évaluation dans la gestion ordinaire des collections.
2. L'importance de la méthode dans le processus d'évaluation et de rédaction des préconisations, notamment pour les institutions ayant peu de ressources humaines et financières.
3. Tables rondes : identification et programmation des activités de prévention des risques liés à l'entretien, au climat, à la lumière, aux travaux dans les demeures historiques.



## SESSION 3

### **Modérateur**

Béatrice Sarrazin  
*Conservateur général,  
château de Versailles*

### **Interventions de**

Bart Ankersmit  
Thalia Bajon-Bouzid  
Élisabeth Caude  
Vittoria Cimino  
et Marco Maggi  
Bianca Fossà  
Agnoko-Michelle Gunn  
Tina Naumović  
Claudia Suely Rodrigues  
de Carvalho

Le Salon blanc,  
château de Heeswijk.  
© Cultural Heritage Agency  
of the Netherlands





# Évaluer les collections : une méthodologie flexible

## Résumé

*SOS Collections*® est une méthode pour la documentation, l'évaluation et la gestion des biens muséaux, éléments d'un système complexe : la collection. Cette méthode permet de connaître et d'évaluer en parallèle, dans un temps très raisonnable, la nature, l'état de conservation et la vulnérabilité de chaque collection, même très vaste, et appartenant à un seul ou à plusieurs musées, en assurant la comparabilité des résultats obtenus, toujours en relation avec les conditions environnementales spécifiques d'exposition ou de stockage.

L'utilisation d'un seul système de fiches applicable à tous les types de biens, la possibilité de mener l'étude en utilisant un échantillonnage statistique et un logiciel personnalisé pour la collecte et le traitement des données textuelles et numériques, ainsi que des images, permettent de réduire de façon importante les temps nécessaires pour la définition d'une stratégie de conservation. La comparaison des données (matériaux constitutifs, types et étendue des dégâts, types d'interventions et temps nécessaires, vulnérabilité et niveau de risque) se fait en fonction de la localisation de la collection et sur la totalité des biens de chaque musée, permettant de définir et de planifier une stratégie fondée sur une véritable échelle des priorités constatées et des ressources professionnelles et financières nécessaires.

Un Manuel, avec une description de la méthodologie et des outils nécessaires à son application, facilite la prise en main du logiciel par les professionnels de la conservation. La méthode, en raison de sa flexibilité, sera utilisée par l'ISCR pour la finalisation du système de la *Carte du Risque du Patrimoine Culturel Italien*.

## Mots clés

Conservation préventive, collections muséales, plan de conservation, évaluation, état de conservation.

## Bianca Fossà

Conservateur-restaurateur,  
ISCR-Istituto Superiore per la  
Conservazione e il Restauro  
(Institut supérieur  
pour la conservation et la  
restauration), Italie  
bianca.fossa@beniculturali.it  
<http://www.iscr.beniculturali.it/>

## Marta Giommi

Conservateur-restaurateur  
indépendant  
marta.giommi@inwind.it

L'exigence de développer une méthodologie et des outils pour conduire une enquête sur la conservation des collections d'un ou de plusieurs musées, parfois avec des typologies de collections très différentes et dans un temps réduit, naît en Italie, vers le milieu des années 1980, à partir de l'expérience de travail au sein de grands musées nationaux italiens, dans le but de définir un plan de conservation sur la base des priorités identifiées.

Les idées et les pratiques qu'on connaît aujourd'hui sous le nom de *conservation préventive* étaient à l'époque à leurs premiers pas, mais les musées italiens, pour différentes raisons et sauf dans quelques cas isolés [Urbani,

1976], souffraient d'un retard tangible dans la pratique de la conservation des collections muséales, malgré la naissance, en 1987, de la *Carte du Risque du Patrimoine Culturel Italien* : un projet national basé sur le principe que connaître les risques permet de planifier toute activité de conservation selon des priorités objectives. Il fallait créer d'une part des bases de données des phénomènes naturels et anthropiques aidant à définir des plans thématiques de tout le territoire italien pour en mesurer la « dangerosité », et d'autre part définir pour chaque bien – monument ou objet de collection – son état de conservation, autrement dit sa « vulnérabilité » : le « risque » de perte du bien culturel étant, dans ce système, une fonction de ces deux indices [Castelli, 1997].

Malgré le caractère scientifiquement innovant de ce projet, on s'interrogeait sur les temps nécessaires pour sa réalisation et sur les possibilités d'application au sein des collections muséales : le défi était donc de trouver des outils méthodologiques et informatiques qui puissent accélérer la phase de connaissance des collections d'un ou plusieurs musées, au moment du traitement et de l'évaluation des données, permettant ainsi la définition et l'application d'un plan de conservation et de sauvegarde des collections.

Mais comment connaître l'état et les besoins de collections aussi vastes et hétérogènes, alors que c'était impossible de compiler la fiche de conservation pour chaque bien et d'arriver à les évaluer de façon à identifier les nécessités et les priorités ? La recherche bibliographique nous montra qu'un grand nombre de professionnels étrangers se posaient les mêmes questions et décrivaient leurs expériences et approches. Le schéma général de l'évaluation semble désormais se définir autour de trois typologies : le *Conservation Assessment*, le *Collections Condition Survey* et le *Curatorial Assessment* [Berrett, 1994 ; Michalski, 1992 ; MWHCA, 1992 ; Vallas, 1995 ; Waller, 1994 ; Wolf, 1993].

Presque dans le même temps, nous avons consulté les publications de Carl Drott et Suzanne Keene : la statistique, que l'on utilise pour des études démographiques, pouvait être adaptée aux *populations* des musées, c'est-à-dire les collections [Drott, 1969 ; Keene, 1991].

L'approche de Drott, née pour évaluer l'état des collections des bibliothèques universitaires californiennes, avait utilisé ce qu'on appelle en statistique *Random Sampling* : l'échantillon à inspecter, représentatif de l'ensemble à étudier, est identifié de façon aléatoire à partir d'une liste d'items avec leur emplacement.

Dans le cas où des listes des biens avec leurs emplacements ne sont pas disponibles, il faudra utiliser le *Cluster Sampling* : ici l'échantillon à étudier est identifié à partir de la localisation géographique des objets. Il est donc utilisable, surtout dans les réserves des grands musées, pour réaliser une évaluation dans des temps raisonnables, sur un nombre limité d'objets représentatifs de chaque collection, soit en rapport aux matériaux constitutifs, soit à l'état des objets. Il faut quand même souligner que l'utilisation de la statistique est une possibilité : si le temps et les moyens sont suffisants, l'inspection de la totalité des biens sera privilégiée.



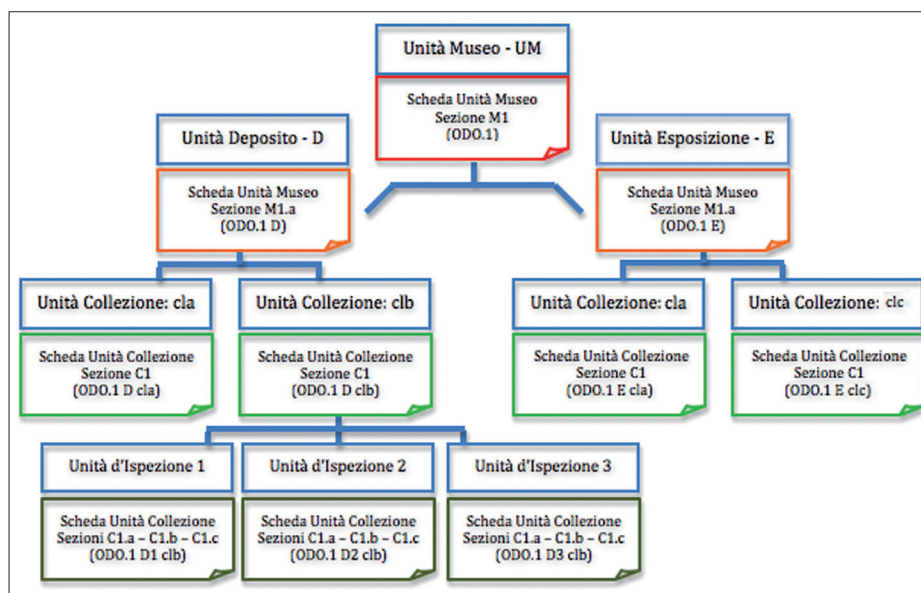


Fig. 1

Exemple de schéma d'application de la méthodologie SOS Collections® dans un musée avec trois types de collections, dont la collection « clb » est stockée dans trois locaux/Unités d'Inspection des réserves. (© Fossà, Giommi)

Depuis le début, il a été évident que les données à collecter étaient nombreuses et que leur traitement, nécessaire pour les interpréter, aurait été très compliqué à gérer : grâce à l'informatique, dont les coûts devenaient de plus en plus accessibles, et, grâce à la collaboration d'un informaticien<sup>1</sup>, nous avons développé un logiciel personnalisé qui est devenu aujourd'hui une application du logiciel FileMaker Pro® [Fossà et Truglio, 1997 ; Fossà et Giommi, 2013].

Toutes les difficultés liées à la création d'archives de textes et de données numériques ainsi qu'à la documentation graphique et photographique, à leur consultation, traitement, présentation et donc à l'exploitation des données, devenaient presque un jeu : il fallait tout simplement définir un ensemble de modèles de fiches pour la récolte de tous les types de données et pour le traitement des données numériques.

Ce fut en réalisant de nombreux tests dans les réserves de la Villa Giulia, à Rome, que SOS collections® a été développé : une méthodologie et un logiciel [Fossà, 1995] qui permettent l'étude des conditions de conservation des lieux et de l'état des collections, afin d'identifier les risques, les types et les temps d'interventions à planifier selon les priorités identifiées. Le système assure la possibilité de comparer les résultats du traitement des données concernant chaque collection et chaque musée, ainsi que les données des évaluations dans le temps.

L'organisation méthodologique adoptée pour réaliser l'évaluation (Fig. 1) prévoit une première phase de collecte d'informations générales sur le musée. Nommé « Unité Musée », le bâtiment est considéré comme une grande boîte placée dans un environnement géographique défini et caractérisée par la typologie de bâti et le mode de gestion.

Ensuite, les unités « Réserve » ou « Salle d'exposition » sont évaluées : le nombre de locaux, leur emplacement dans le bâtiment, les surfaces et les volumes qu'ils offrent, les conditions environnementales et conservatives

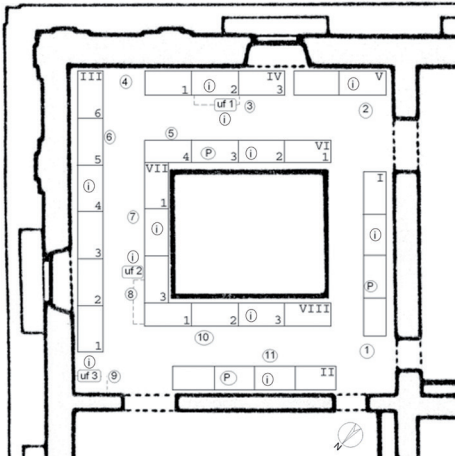
Fig. 2  
 Une fiche des paramètres variables définis pour une collection d'art et les macro-catégories prédéfinies.  
 (© Fossà, Giommi)

C1 – COLLEZIONE: Raccolta dati – Identificazione e parametri			
Nome Museo: xxxx		Sigla: ODO	Ispezione n.: 1
Nome Collezione: Collezione Soliano b		Sigla: clb	Data: xxxx
Ispezione n.: 1		Operatori: xxxx	
MANUFATTI/MATERIALI COSTITUTIVI		TIPOLOGIE DI DANNO	
DTE	Dipinto su tela	S1	Danni strutturali maggiori
VET	Vetro, vetro dipinto	S2	Danni strutturali minori
MET	Metallo: lega di rame	SU	Danni strutturali di superficie
CUO	Cuoio	AL	Alterazioni
CER	Ceramica	CF	Degrado chimico/fisico del materiale
DMS	Dipinto murale staccato	BI	Danni di origine biologica
TES	Tessuto	II	Intervento inadeguato
LEG	Legno	DI	Depositi/incrostazioni
LIVELLO DI RISCHIO		TIPI DI INTERVENTO	
A	MOLTO BASSO. Stato di conservazione buono e stabile.	1	MANUTENZIONE ORDINARIA: spolveratura; imballaggio/supporto
B	BASSO. Manufatto danneggiato ma in condizioni di stabilità; necessita di un intervento curativo nel lungo termine.	2	MANUTENZIONE STRAORDINARIA: spolveratura; imballaggio/supporto; nuova collocazione
C	ALTO. Manufatto danneggiato con degrado probabilmente in atto; necessita di un intervento curativo nel medio termine.	3	INTERVENTO CONSERVATIVO/PRONTO INTERVENTO: spolveratura; adesione/protezione; imballaggio/supporto; nuova collocazione
D	MOLTO ALTO. Stato di conservazione inadeguato; degrado attivo; necessita di un intervento curativo nel breve termine.	4	INTERVENTO DI RESTAURO

observées, les typologies de collection exposées ou stockées.

Dans le but de connaître les conditions de conservation dans chaque espace, les données concernant le climat et la lumière sont collectées. D'autres informations seront aussi nécessaires afin de pouvoir décrire et évaluer les structures (matériaux de construction, accès, sécurité du bâtiment), les infrastructures (systèmes de contrôle climatique, détection de fumée, alarmes, typologies et conditions du mobilier de rangement ou d'exposition,

Fig. 3  
 Plan d'une réserve avec localisation du mobilier de stockage et des endroits où l'on a conduit l'inspection pilote (P) et où l'on a inspecté l'échantillon statistique des collections (i). (© Giommi)



1.c Raccolta dati: OGGETTI

ODO.1 D1.2 clb

Museo

xxxxx

Isp. n°

1

Deposito n°

1

sala n°

2

Collezione

Collezione Soliano b

Data

xxxxx

Operatore

xxxxx

Totale n. oggetti

21

COLLOCAZIONE		OGGETTO																			
	Identific.	Ogg. n.	Tipo	N° Inv.	Materiali	V	Larg dm	Prof dm	Alt dm	Tipi di Danno								LR	TI	Tempi m	Note
										S1	S2	SU	AL	CF	BI	II	DI				
1	UF1	3	dipinto su tela	01	DTE olio su tela		32	8	8	60	60	40	50	40	10		99	D	4	2880	
2	NC16	10	mattonella	917	CER maiolica		0,5	0,5	2,5	10							A	1	30		
3	NC16	0	custodia	920	CUO cuoio, tessuto		3,9	1	2,5	10	30	20	30	20	40		20	B	4	6000	
4	NC16	0	calzatura	923	LEG legno, tessuto		3,2	1,5	1,6	30	50	50	40	40	40		99	D	4	1620	
5	UF22	10	dipinto murale	953	DMS intonaco, velatino	x	8,6	1,4	8,9	10	40	70					90	30	D	4	1920
6	UF22	0	dipinto murale	956	DMS intonaco, velatino	x	11,4	1,4	9,4	50	50	50					90	30	D	4	1920
7	UF22	0	dipinto murale	959	DMS intonaco, velatino	x	20	1,4	14	50	50	50					90	30	D	4	1920
8	UF24	2	paliotto	964	CUO cuoio impresso		20,6	0,5	13	40	40	50	80	50	50		70	C	4	2880	
9	UF27	1	arazzo	975	TES tessuto, legno	x	6,2	0,7	7,1	20	30		70				70	D	4	9600	

équipements tels que échelles, chariots, etc.) ainsi que les normes et les procédures mises en place.

Dans le cas d'un musée avec des collections très hétérogènes, par exemple des collections archéologiques, de costumes, d'armures, de peintures et de sculptures, elles seront étudiées en tant qu'ensembles différents comparables entre eux : chaque collection constitue l'« Unité Collection ».

Afin de réaliser une inspection détaillée des lieux, du mobilier de rangement et de l'échantillon des collections, la collection sera étudiée dans chaque local où elle est conservée : cet ensemble est nommé « Unité d'inspection : Local - Éléments de rangement - Objets ».

Le schéma qu'on vient de décrire sera appliqué à partir d'une première phase d'étude, l'« inspection pilote », la phase la plus délicate de l'évaluation, qui peut demander jusqu'au 20 % du temps total de l'étude. À l'échelle du musée, on définira le « profil d'enquête » décidant si l'on commence par les réserves ou par les salles d'exposition.

Pour chaque collection, on va aussi définir le profil statistique et les paramètres variables. Si le profil est bien identifié, pour une collection de dizaines de milliers d'objets, il sera suffisant d'inspecter un millier d'objets pour obtenir des résultats fiables à +/- 5 %.

L'enquête sera menée par des conservateurs-restaurateurs spécialistes des typologies de matériaux et de collections inspectées : leur capacité à reconnaître une altération et d'en comprendre les causes sera fondamentale, ainsi que celle de définir les niveaux de risque, les types d'interventions nécessaires et le temps nécessaire à leur réalisation.

Pour chaque Unité Collection, on va définir des paramètres variables : jusqu'à un maximum de huit classes des matériaux constitutifs des biens et de quatre types d'interventions directes à réaliser, alors que les altérations, regroupées en huit catégories et le risque, classé selon quatre niveaux, sont des macro-catégories prédéfinies (Fig. 2).

Fig. 4  
Exemple de Fiche de récolte des données des objets d'un musée d'art.  
(© Fossà, Giommi)

### 3 Elaborazioni UNITÀ COLLEZIONE

ODO.1 D clb

Museo xxxx

Isp. n° 1

Tipo di locali Deposito

Collezione Collezione Soliano b

Operatori xxxx

Data xxxx

#### 3.c OV - OGGETTI

Rapporto “oggetti isp. / oggetti”				1: 2,7		[33]		Inventario : senza n°				Tempi d'intervento											
Rapporto “collocazioni isp. / collocazioni”				1: 1		[34]		<div>Ispezionati n. <div></div></div> <div>Stima n. <div></div></div> <div>Senza n° 0,0% del totale</div>				Ispezionati h				4867							
Totale ispezionati				n.		[35]						21		Stima h				13211					
Totale nelle collocazioni ispezionate				n.		[36]						57		Media m				13906					
Stima del totale nelle US del CS				n.		[37]						57		Massimo m				48000					
Stima del totale nelle UI				n.		[38]						57											
Materiali						Tipi di Danno						Livello di Rischio						Tipi d'Intervento					
<div><div>Isp.</div><div>Stima</div></div>						<div><div>Isp.</div><div>Stima</div></div>						<div><div>Isp.</div><div>Stima</div></div>						<div><div>Isp.</div><div>Stima</div></div>					
DTE						S1						A						1					
VET						S2						B						2					
MET						SU						C						3					
CUO						AL						D						4					
CER						CF																	
DMS						BI																	
TES						II																	
LEG						DI																	
Tot												Tot						Tot					
21						57						21						57					

Fig. 5

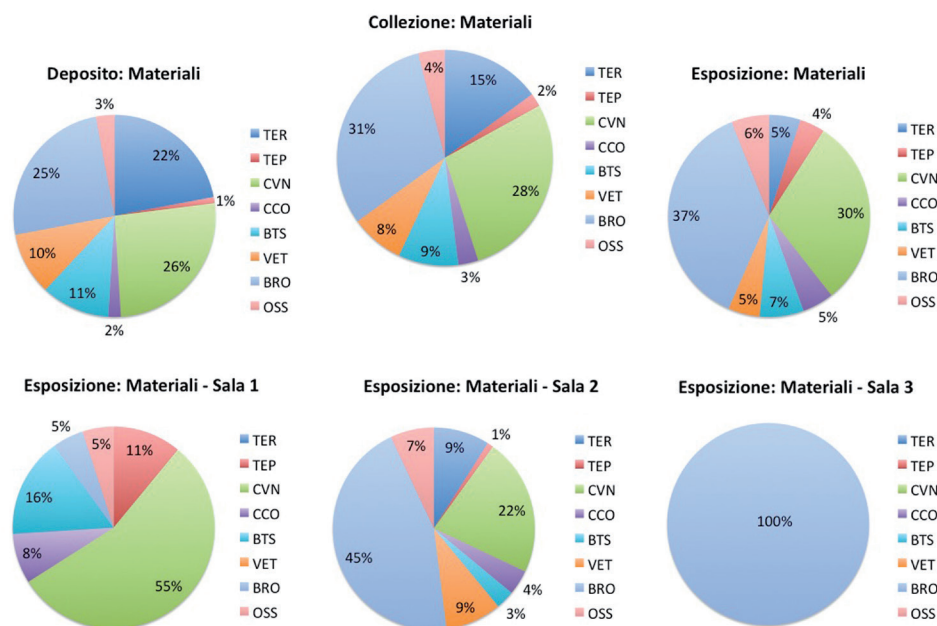
Partie d'une Fiche de traitement de l'Unité Collection avec les informations concernant les objets. (© Fossà, Giommi)

Fig. 6

Les classes des matériaux d'une collection, en partie stockée en réserve et en partie exposée, et leur distribution dans chacune des trois salles d'exposition. (© Fossà, Giommi)

Pour tous les paramètres, un nombre pair de choix a été établi afin de limiter le risque de tomber toujours sur la réponse intermédiaire et d'avoir des résultats sur une valeur moyenne qui ne serait pas probante.

L'enquête proprement dite commence avec la collecte des données concernant les locaux et les collections selon les profils identifiés et avec la création d'un dossier de documents graphiques (Fig. 3) et photographiques pour assurer la correcte interprétation et évaluation des données de texte et numériques.



## M2 - Elaborazioni - Riepilogo per collezioni

Museo xxxx

### Locali esistenti e Stima dei locali necessari

Nome Collezione	Sigla	N. Sale	Superfici m <sup>2</sup>				Volumi m <sup>3</sup>			
			Esistenti	Necessari UI	Rapporto	Necessari UC	Esistenti	Necessari UI	Rapporto	Necessari UC
Collezione Soliano a	cla	1	34	9	378%	9	120	32	378%	32
Collezione Soliano b	clb	1	38	24	157%	24	133	84	157%	84
Collezione Soliano c	clc	1	125	77	162%	77	626	232	270%	232
Collezione Soliano d	cld	1	40	37	105%	37	138	112	123%	112
Transetto e	cle	3	18	52	34%	52	62	156	40%	156
Collezione Soliano f	clf	1	31	30	104%	30	108	103	104%	103
Transetto g	clg	1	111	145	76%	145	387	436	89%	436
<b>TOTALI</b>		<b>9</b>	<b>396</b>	<b>375</b>	<b>106%</b>	<b>396</b>	<b>1573</b>	<b>1156</b>	<b>136%</b>	<b>375</b>

### Stima delle Unità di Stoccaggio necessarie

Nome Collezione	Sigla	Superfici m <sup>2</sup>								Volumi m <sup>3</sup>							
		Orizzontali				Verticali				Orizzontali				Verticali			
		Presenti	Necessari	Rapporto	UC	Presenti	Necessari	Rapporto	UC	Presenti	Necessari	Rapporto	UC	Presenti	Necessari	Rapporto	UC
Collezione Soliano a	cla	0	3	0%	3	155	63	246%	63	0	2	0%	2	63	9	703%	9
Collezione Soliano b	clb	0	11	0%	11	0	84	0%	84	0	8	0%	8	0	12	0%	12
Collezione Soliano c	clc	77	130	54%	130	0	2	0%	2	104	56	169%	56	0	0	0%	0
Collezione Soliano d	cld	0	61	0%	61	0	32	0%	32	0	26	0%	26	0	4	0%	4
Transetto e	cle	0	43	0%	44	0	140	0%	141	0	31	0%	34	0	15	0%	17
Collezione Soliano f	clf	0	71	0%	91	0	0	-	0	0	44	0%	56	0	0	-	0
Transetto g	clg	0	73	0%	73	0	20	0%	20	0	105	0%	105	0	11	0%	11
<b>TOTALI</b>		<b>77</b>	<b>393</b>	<b>9%</b>	<b>412</b>	<b>155</b>	<b>340</b>	<b>14%</b>	<b>341</b>	<b>104</b>	<b>271</b>	<b>10%</b>	<b>286</b>	<b>63</b>	<b>51</b>	<b>29%</b>	<b>53</b>

Dans toutes les fiches, les données concernant un local, un type de mobilier de rangement ou un objet sont récoltées sur une ligne (Fig. 4).

Une fois complétée la campagne de constat, le logiciel va traiter les données, et l'étude des résultats nous permettra de rédiger un dossier final qui pourra contenir :

- l'archive de la documentation (documentation en forme de texte et numérique, graphique et photographique) ;
- les élaborations des données numériques ;
- une description des collections ;
- un audit avec l'identification des risques liés aux conditions de conservation et les priorités associées ;
- le plan de conservation-restauration du musée ;
- l'estimation des ressources financières et des moyens humains nécessaires.

Pour donner un exemple de rendu obtenu sur la base des informations acquises, la Fig. 5 montre une partie de la Fiche de traitement de l'Unité Collection avec les informations concernant les objets et le même modèle est suivi pour les Fiches de traitement du Musée, des Réserves/Salles d'exposition et de chaque Unité d'Inspection.

Tous les chiffres sont toujours exprimés aussi en pourcentages par rapport au total : le nombre total d'objets (nombre estimé, si on a utilisé la statistique), d'items sans numéro d'inventaire, par classe de matériaux, type de dommage, niveaux de risque, types d'interventions et les temps des interventions.

Fig. 7

Les surfaces et les volumes existants et nécessaires des pièces et du mobilier de rangement pour six différentes collections d'un musée. (© Fossà, Giommi)




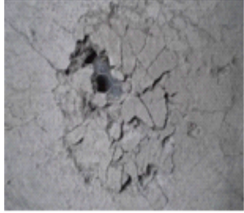


















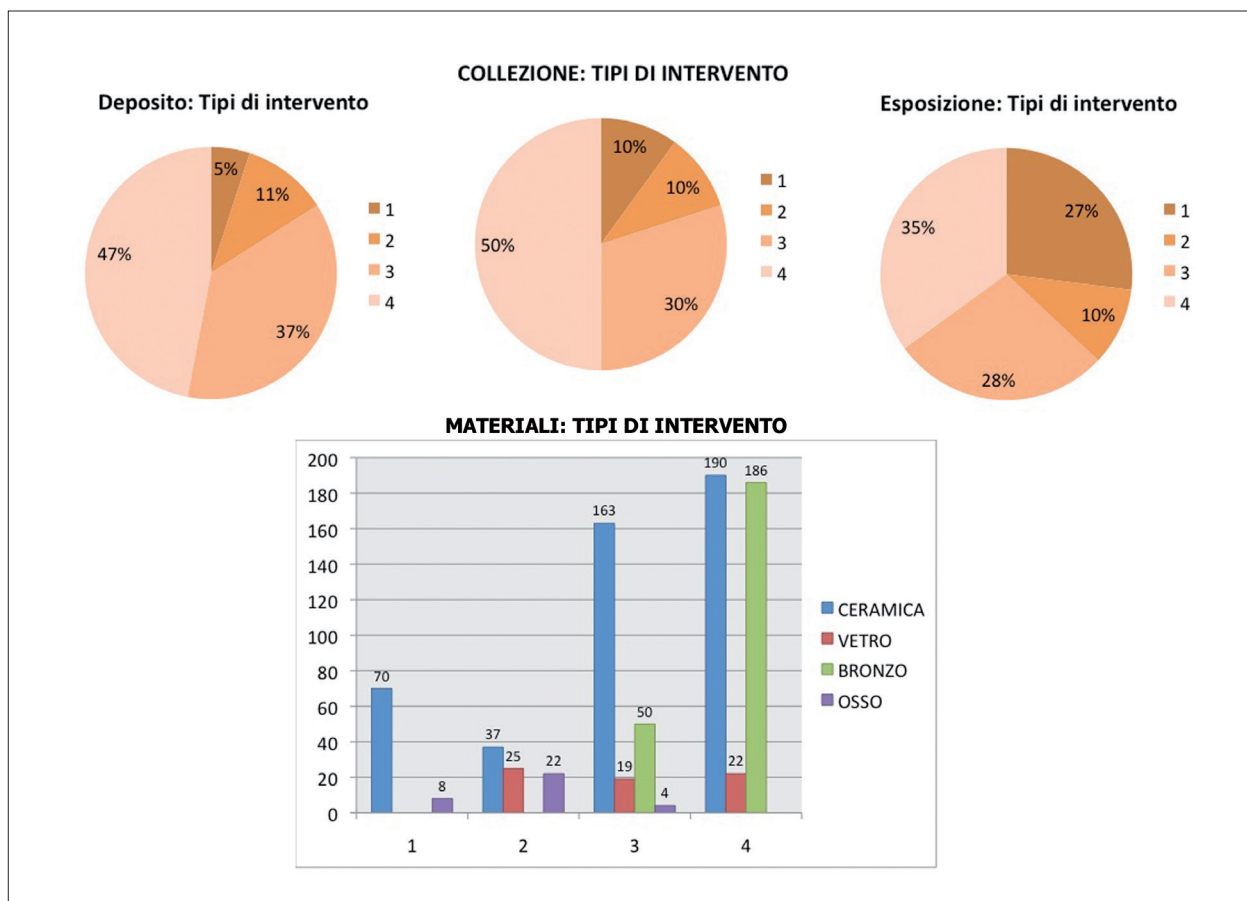
TIPI DI DANNO	CLASSI DI MANUFATTI /MATERIALI COSTITUTIVI			
<b>42% Danni strutturali</b>	<b>Ceramica</b>	<b>Dipinto murale</b>	<b>Legno</b>	<b>Materiale lapideo</b>
				
<b>28% Depositi</b>	<b>Ceramica</b>	<b>Dipinto murale</b>	<b>Dipinto su tela</b>	<b>Materiale lapideo</b>
				
<b>12% Degrado chimico/fisico</b>	<b>Metallo</b>	<b>Tessuto</b>	<b>Carta</b>	<b>Materiale lapideo</b>
				
<b>10% Danno biologico</b>	<b>Dipinto su tavola</b>	<b>Carta</b>	<b>Cuoio</b>	<b>Scultura lignea</b>
				
<b>8% Interventi inadeguati</b>	<b>Ceramica</b>	<b>Legno</b>	<b>Dipinto su tavola</b>	<b>Legno</b>
				

Fig. 8  
 Tableau récapitulatif des principaux  
 types d'altérations observés sur  
 chaque classe de matériaux d'une  
 collection avec des photographies  
 prises au cours du constat.  
 (© Di Napoli, Rivaroli, Talone)



Dans le rapport, il est utile d'intégrer des graphiques et des photos : la Fig. 6 montre un exemple de diagrammes circulaires créés pour la Collection, les Réserves, l'Exposition, et aussi pour chaque salle d'exposition, puisque la distribution des classes de matériaux était très hétérogène.

Les données sur l'encombrement seront très utiles dans l'évaluation des réserves et notamment en cas de réaménagement des espaces de stockage : le logiciel calcule les volumes et les surfaces horizontales et verticales, ainsi que l'encombrement réel des objets au moment du constat, mais aussi les volumes et les surfaces horizontales ou verticales nécessaires pour ranger de façon idéale les collections [Walston et Bertram, 1992] en termes de locaux, mais aussi en termes de mobilier de stockage (Fig. 7).

Ces données sont traitées par rapport à chaque classe de matériaux, permettant de planifier dans le détail un réaménagement des collections basé aussi sur les matériaux constitutifs des objets et les exigences de conservation associées [Pearce, 1990].

Les altérations constatées sur les objets sont enregistrées en huit macro-catégories qui peuvent être utilisées pour tous matériaux : le but n'est pas celui de documenter les altérations d'un seul objet mais d'arriver à évaluer le risque de dégradation. Pour chaque objet, on peut indiquer le pourcentage de surface affectée par chaque altération, et ces huit catégories s'avèrent

*Fig. 9*  
Graphiques des types d'interventions pour une collection, pour les objets en réserve et pour les collections en exposition et par rapport à chaque classe de matériaux. (© Fossà, Giommi)

suffisantes pour un constat exhaustif. La création de tableaux avec les images des altérations observées sur les objets inspectés (Fig. 8) s'avère très utile pour le suivi de l'évolution des dégradations dans le temps.

Le niveau de risque pour chaque objet est marqué par l'opérateur sur la base des dommages observés et des conditions de conservation constatées. Pendant l'inspection pilote, surtout si plusieurs évaluateurs sont impliqués, il est donc très important de bien définir dans quelles conditions chacun des quatre niveaux sera marqué pour chaque classe de matériaux, tenant en compte que chaque niveau est lié à la rapidité du risque de dégradation dans le temps.

Les préconisations concernant les interventions à effectuer identifieront pour combien de biens de chaque classe de matériaux sont nécessaires les quatre différentes typologies d'intervention établies : cette information est évidemment très importante pour la planification des interventions dans le temps (Fig. 9).

Enfin, l'estimation des temps associés aux interventions préconisées, exprimée en heures et minutes, nous permettra de définir les projets exécutifs (Fig. 10).

Dans un des musées où cette méthode a été utilisée, nous avons estimé le temps nécessaire pour réaliser ce type d'évaluation, par rapport au temps nécessaire pour remplir une Fiche de Conservation « classique » pour chaque bien<sup>2</sup>. Une campagne de constat avec cette fiche « classique » aurait demandé pour un seul évaluateur deux ans de travail, alors qu'avec *SOS Collections*<sup>®</sup>, grâce à la méthode statistique, la même évaluation a demandé un seul mois de travail. Si la campagne avait été menée sur tous les objets du musée, elle aurait demandé quatre mois de travail avec cette méthode.

Une fois la description des collections complétée, on procède à la comparaison des informations recueillies dans toutes les fiches et à leur évaluation : la phase d'audit est la plus délicate, car il faut identifier les relations existantes entre les altérations constatées, les niveaux de risque marqués pour les objets et les conditions de conservation observées. L'ensemble de ces informations sera fondamental pour définir le plan de conservation et convaincre les destinataires du dossier de sa validité.

Le plan de conservation indiquera les priorités et les typologies d'intervention, la possibilité (ou pas) de les réaliser en parallèle, les moyens humains nécessaires pour leur réalisation, etc., mais aussi les normes et les procédures à respecter après intervention dans les différents contextes d'exploitation des collections, afin de réduire les risques présents en assurant leur conservation pour les générations futures.

Au fil des années, la méthodologie a été enseignée aux élèves de la formation universitaire pour conservateurs-restaurateurs en France et Italie et dans le cadre de projets internationaux ; elle a été utilisée aussi à l'occasion de travaux de mémoire de fin d'études [Giommi et Sgarzi, 2003 ; Di Napoli, Rivaroli, Talone, 2011] et par des professionnels opérant dans des musées archéologiques et de beaux-arts [Fossà *et al.*, 2006 ; Giommi, 2009].

Un Manuel décrivant la méthodologie et le mode d'emploi du logiciel permet désormais aux professionnels de se l'approprier. La méthodologie sera

MATERIALI		DTE	VET	MET	CUO	CER	DMS	TES	LEG	Totali
Oggetti	n.	3	5	3	5	5	27	5	3	57
<b>Spazi necessari</b>										
Sup	m2	6,9	0,1	0,0	0,4	0,1	82,4	4,1	0,1	
Vol	m3	5,6	0,0	0,0	0,4	0,0	11,6	1,7	0,0	
Alt media	dm	8,0	1,9	1,8	7,8	2,2	12,3	6,3	1,6	
Sup media	dm2	256,0	1,5	1,4	7,1	2,0	303,5	74,9	4,8	
Vol medio	dm3	2048,0	2,9	2,5	71,8	3,8	427,8	306,1	7,7	
Ogg Oriz	n.	3	5	3	5	5		3	3	27
Sup	m2	6,9	0,1	0,0	0,4	0,1		2,9	0,1	
Vol	m3	5,6	0,0	0,0	0,4	0,0		1,6	0,0	
Alt media	dm	8,0	1,9	1,8	7,8	2,2		5,5	1,6	
Sup media	dm2	256,0	1,5	1,4	7,1	2,0		105,7	4,8	
Ogg Vert	n.						27	3		30
Sup	m2						82,4	1,2		
Vol	m3						11,6	0,1		
Alt media	dm						12,3	7,1		
Sup media	dm2						303,5	44,0		
<b>Tipi di Danno</b>										
S1		3			5	3	24		3	
S2		3	3		5	5	24	3	3	
SU		3	3		5	3	16	3	3	
AL		3			5		5		3	
CF		3		3	5		3	3	3	
BI		3			5		19		3	
II							24			
DI		3	5	3	5	3	24	3	3	
										<b>Tempi d'Intervento</b>
										Totale h    Media min.
<b>Livello di Rischio</b>										
A			3 50%			5 100%		3 50%		47    258
B			3 50%		3 50%					293    3240
C				3 100%	3 50%					1411    15600
D	3 100%						27 100%	3 50%	3 100%	11460    19486
<b>Tipi d'Intervento</b>										
1			3 50%			3 50%		3 50%		3    23
2										
3			3 50%			3 50%				65    720
4	3 100%			3 100%	5 100%		27 100%	3 50%	3 100%	13143    18158
<b>Tempi d'Intervento</b>										
Totale	h	1303	23	109	1574	45	8990	435	733	
Media	m	28800	255	2400	17400	495	19872	4805	16200	

intégrée au système de la *Carte du Risque*, où le risque pour les objets sera calculé selon l'algorithme déjà existant [Fossà et Giommi, 2011].

En conclusion, « *SOS Collection*® a été conçu selon une approche systémique, souhaitant mettre en relation l'état des collections et les conditions de conservation des lieux d'exposition ou de réserve. La méthode a été élaborée dans un souci de flexibilité d'utilisation, mesurabilité et de comparabilité des données, de l'évaluation dans le temps et les différents espaces examinés et d'adaptabilité à d'autres outils informatiques que FileMaker Pro®... L'interprétation des données permet une priorisation des actions de conservation préventive ou curative avec une estimation des ressources nécessaires à leur mise en œuvre » [Forleo *et al.*, 2017, p. 43].

*Fig. 10*  
Partie d'une Fiche de traitement de l'Unité Collection, où les temps associés aux quatre interventions préconisées sont élaborés par rapport aux classes de matériaux, aux niveaux de risque et aux types d'intervention.  
(© Fossà, Giommi)



## Notes

[1] Nous remercions M. Maurizio Truglio qui a gracieusement créé le logiciel personnalisé et toutes les mises à jour qu'on a demandées au fur et à mesure que l'on testait la méthodologie dans les différents contextes.

[2] Nous nous référons à la fiche que les conservateurs-restaurateurs utilisent pour documenter les interventions de conservation-restauration et, si de nombreux modèles existent, la plupart d'entre eux comptent plusieurs pages et leur compilation peut demander même plusieurs jours.

## Bibliographie

- BERRETT K., 1994. « Conservation Surveys : Ethical Issues and Standards ». *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)* 33 (2), p. 193-198.
- CASTELLI G. (dir.), 1997. *La Carta del Rischio del patrimonio culturale*. Rome : Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Ufficio Centrale per i beni archeologici, architettonici, artistici e storici, Istituto Centrale per il Restauro.
- DI NAPOLI M., RIVAROLI L., TALONE R. et al., 2011. « I depositi del Museo dell'Opera di Orvieto : studio conservativo e proposte di allestimento. La Scheda Collezione come soluzione delle problematiche correlate allo studio ed alla salvaguardia di collezioni cospicue di beni culturali ». In : *Atti del Convegno Lo Stato dell'Arte, IX Congresso Nazionale IGIIC*, 13-15 ottobre 2011, Cosenza, Italie. Florence : Nardini, p. 247-255.
- DROTT C. M., 1969. « Random Sampling : a Tool for Library Research ». *College and Research Libraries* 30, mars 1969, p. 119-125.
- FORLEO D., FRANCAVIGLIA N., WANSART N., 2017. « L'évaluation des collections », in FORLEO, D. (dir.), *Cronache 7 – Méthodes d'évaluation de conservation des collections dans les demeures historiques*. Gênes : Sagep Editori, p. 43.
- FOSSÀ B., 1995. *Une stratégie préventive pour la conservation des collections en réserves. Une expérience dans le musée archéologique national de la Villa Giulia à Rome*, mémoire de maîtrise dirigé par Denis Guillemard. Université Paris I-Panthéon-Sorbonne, MST en Conservation-restauration des biens culturels. Non publié.
- FOSSÀ B. et TRUGLIO M., 1997. « SOS collections® : un programme personnalisé au service de la conservation préventive ». In : *Informatique & conservation-restauration du patrimoine culturel*, 8<sup>es</sup> journées d'études de la SFIIC, 23-24 octobre 1997, Chalon-sur-Saône. Champs-sur-Marne : SFIIC, p. 61-69.
- FOSSÀ B., GIANI E., GIOMMI M. et al., 2006. « Studio conservativo delle armi e armature Odescalchi : nuove metodologie per la schedatura di una collezione ». *Bollettino d'Arte* 137-138, p. 115-142.
- FOSSÀ B. et GIOMMI M., 2011. *SOS Collections® : metodo e strumenti per la schedatura conservativa, la valutazione e la gestione delle collezioni museali. Manuale d'uso*. 1-2, Rome : ISCR. Non publié.
- FOSSÀ B. et GIOMMI M., 2013. « SOS Collections® : metodo e strumenti per la gestione conservativa delle collezioni museali ». *Bollettino ICR – Nuova Serie* 27, p. 36-49.
- GIOMMI M. et SGARZI S., 2003. *La conservazione in ambito museale : nuove proposte per il sistema di schedatura delle collezioni e degli ambienti. I depositi del Museo Nazionale di Palazzo Venezia : la collezione Odescalchi di armi e armature*, mémoire de maîtrise dirigé par Bianca Fossà, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Scuola di Alta Formazione e Studio dell'Istituto Centrale per il Restauro di Roma. Non publié.
- GIOMMI M., 2009. « Indagine conservativa sulla collezione con metodo statistico », in PRISCO G. (dir.), *Filologia dei materiali e trasmissione al futuro. Indagini e schedatura dei dipinti murali del Museo Archeologico Nazionale di Napoli*. Rome : Gangemi Editore, p. 119-131.
- KEENE S., 1991. « Audits of Care : a Framework for Collections Conditions Surveys ». In : *Storage-Preprints for UKIC Conference, Restoration 91, October 1991*. Londres : UKIC, p. 6-16.
- MICHALSKI S., 1992. *A Systematic Approach to the Conservation (Care) of Museum Collections*. Ottawa : Canadian Conservation Institute.
- MINISTRY OF WELFARE HEALTH AND CULTURAL AFFAIRS, 1992. *Delta Plan for the Preservation of Cultural Heritage in the Netherlands. Final Report*. International Workshop, 21-23 octobre 1992, Restoration RAI. Amsterdam : Ministry of Welfare Health and Cultural Affairs.
- PEARCE S. M., 1990. « Approaches to storage ». In : *Archaeological Curatorship*. Londres/New York : Leicester University Press, p. 88-102.
- URBANI G. (dir.), 1976. *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali dell'Umbria. Progetto esecutivo*. Rome : Istituto Centrale per il Restauro.
- VALLAS P., 1995. « Maîtrise de l'état des collections et définition des besoins ». In : ODDOS J. P. (dir.), *La conservation. Principes et réalités*. Paris : Editions du Cercle de la Librairie, p. 57-74.
- WALLER R., 1994. « Conservation Risk Assessment: a Strategy for Managing Resources for Preventive Conservation ». In : ROY A., *Preventive Conservation. Practice, Theory and Research* : Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12-16 septembre 1994. Londres : International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, p. 12-16.
- WALSTON S. et BERTRAM B., 1992. « Estimating Space for the Storage of Ethnographic Collections ». In : ARAAFU, *La conservation préventive, Actes du 3<sup>e</sup> colloque sur la Conservation-Restauration des Biens Culturels. Recherches et Techniques Actuelles*, 8-10 octobre 1992. Paris : Association des Restaurateurs d'Art et d'Archéologie de Formation Universitaire, p. 137-144.
- WOLF S. J., 1993. « Conservation Assessments and Long-range Planning ». In : ROSE C. L., WILLIAMS S. L., GISBERT J. (dir.), *Simpósio internacional y primer congreso mundial sobre preservación y conservación de colecciones de historia natural*, 3, 10-15 mai 1993. Madrid : Ministerio de Cultura, p. 289-307.



# Un musée menacé : la gestion des risques climatiques à l'intérieur du château de Heeswijk

## Résumé

La gestion du climat intérieur dans le contexte d'une demeure historique est un sujet complexe : les enjeux sont importants, de nombreux éléments ont une grande valeur culturelle ; la collection, l'intérieur et le bâtiment forment souvent un tout ; et le processus pour déterminer la stratégie de contrôle optimale prend du temps. La mise au point de solutions pour réduire les risques climatiques intérieurs ne fait pas partie des tâches quotidiennes de la plupart des gestionnaires de demeures historiques. Des rénovations ou restaurations de grande ampleur n'ont probablement lieu qu'une seule fois de leur vivant.

Le processus de prise de décision, avec ses neuf étapes, aidera même les gestionnaires de sites patrimoniaux sans expérience à structurer la prise de décision et à parvenir à une solution de contrôle climatique réaliste et abordable. Cette intervention expliquera l'ensemble du processus et illustrera les méthodes de travail et les résultats qu'il permet d'obtenir en présentant l'étude de cas du château Heeswijk, qui date du xvi<sup>e</sup> siècle. Ce petit musée, qui abrite une collection majeure, a été entièrement climatisé en 1996. De 2009 à 2013, le musée n'avait pas de capacité de refroidissement (déshumidification) et de 2014 à 2016, l'humidification était instable.

## Bart Ankersmit

Directeur de recherche, RCE,  
Cultural Heritage Agency of the  
Netherlands (Agence pour le  
patrimoine culturel), Pays-Bas  
[b.ankersmit@cultureelerfgoed.nl](mailto:b.ankersmit@cultureelerfgoed.nl)

## Marc Stappers

Physicien spécialiste des  
bâtiments, Cultural Heritage  
Agency of the Netherlands  
(Agence pour le patrimoine  
culturel), Pays-Bas  
[m.stappers@cultureelerfgoed.nl](mailto:m.stappers@cultureelerfgoed.nl)

Dans la province du sud des Pays-Bas, le Brabant-Septentrional, se trouve le château de Heeswijk, l'un des plus beaux bâtiments qui méritent une visite. Presque millénaire, le château est chargé d'une histoire enrichie par les lords de Heeswijk-Dinther et les derniers propriétaires, les barons Van den Bogaerde van Terbrugge, lesquels avaient des liens avec la famille royale.

Au xviii<sup>e</sup> siècle, l'Europe était aux prises avec une longue période d'instabilité. De puissantes monarchies contestèrent leurs héritages. La partie sud du Brabant était entre les mains autrichiennes et espagnoles des Habsbourg, tandis que la partie nord était occupée par la république des Provinces-Unies. Au cours de cette période, le château de Heeswijk fut négligé par ses propriétaires. En 1826, le château fit l'objet d'une restauration et redevint la résidence de la famille. Au fil des années, la famille collectionna de nombreux objets. En 1895, dans un testament, il était stipulé que l'arrière-petit-fils du baron n'avait pas le droit d'occuper le château jusqu'à son 80<sup>e</sup> anniversaire en 1963. Les héritiers, qui résidaient à l'extérieur du château, mirent en vente la célèbre collection muséale en 1897 et



a



b



c

*Fig. 1*

a) Vue aérienne du château de Heeswijk aux Pays-Bas ;  
 b) Le Salon chinois du château de Heeswijk ;  
 c) Le Salon blanc du château de Heeswijk.

1903. Près de 75 % de la collection totale fut disséminé dans le monde entier. Tous les objets invendus se trouvent encore aujourd'hui dans le château.

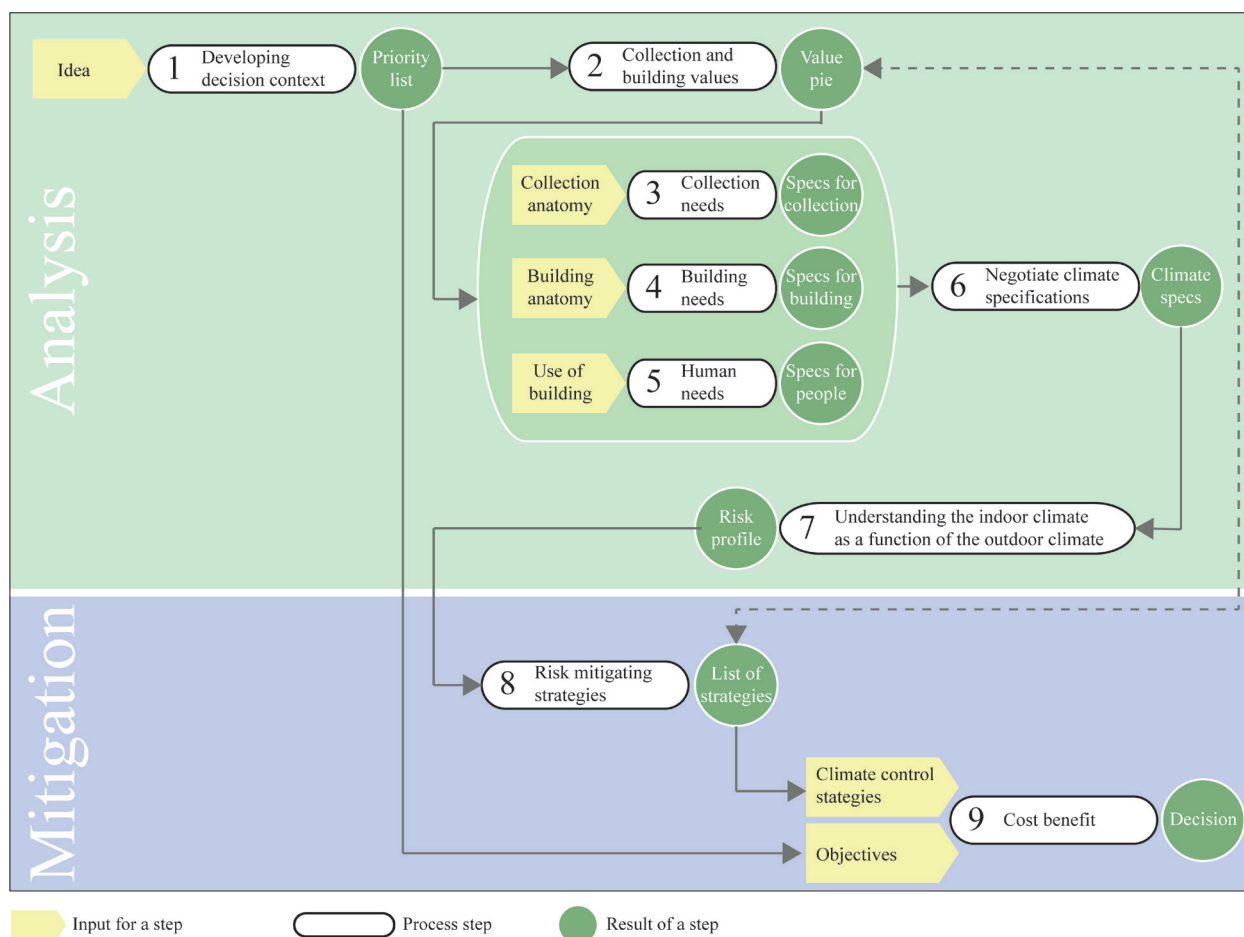
En 1997, la dernière baronne décéda et une fondation prit en charge le château. Les bâtiments et le jardin ont été restaurés et le château est devenu un musée. Un restaurant et un café sont venus intégrer la nouvelle fonction du bâtiment historique. Aujourd'hui, le château reçoit près de 30 000 personnes par an. Outre les visites, le château est loué pour des mariages et autres événements culturels.

Le bâtiment principal du château dispose de plusieurs espaces muséaux. Ils sont considérés comme les salles les plus précieuses du château et contiennent de nombreux biens meubles d'une grande valeur culturelle. La Fig. 1 présente une vue aérienne du château (Fig. 1a) ainsi que deux salles du musée (Fig. 1a et 1b), tandis que sur la Fig. 5 on peut identifier ces salles, qui sont indiquées en couleur sur le plan, au premier et second étages.

### Défis et approche

Le directeur du château de Heeswijk a demandé à la Dutch Cultural Heritage Agency d'analyser les difficultés rencontrées par le musée, notamment celles concernant la climatisation, parmi lesquelles :

*Fig. 2*  
Les neuf étapes d'un processus de décision visant à faire face aux risques liés au climat intérieur.





- un déséquilibre entre les recettes et les dépenses, lié aux coûts énergétiques élevés ;
- un sentiment d'inconfort ressenti et indiqué par les utilisateurs ;
- des dommages inacceptables à la collection qui sont supposés découler d'un mauvais climat intérieur.

En suivant les neuf étapes présentées dans la publication *Managing Indoor Climate Risks in Museums* [Ankersmit et Stappers, 2017], la situation a été analysée et des idées ont émergé, afin de relever le défi lancé par le directeur (Fig. 2).

**Étape 1 :** Vers une décision pondérée. Étude du contexte et du processus décisionnels.

Les objectifs individuels de l'institut du patrimoine et des parties prenantes impliquées sont indiqués et les attributs assignés. Les objectifs ayant une plus grande répercussion sur la décision sont sélectionnés.

**Étape 2 :** Valorisation des biens patrimoniaux.

L'importance du bâtiment et de la collection est clairement établie. Les valeurs et l'importance qui fournissent le cadre dans lequel s'inscrivent les options visant à modifier le bâtiment et/ou l'environnement des objets sont prises en compte et évaluées.

**Étape 3 :** Évaluation des risques liés au climat sur la collection.

En s'appuyant sur des catégories de sensibilité et en examinant l'état actuel de la collection, les conditions climatiques requises pour la collection sont définies.

**Étape 4 :** Besoins relatifs au bâtiment.

Les parties du bâtiment d'une grande valeur et sensibles à certaines conditions climatiques sont identifiées, et les besoins climatiques correspondants spécifiés. Les boiseries et les papiers peints qui décorent le château ont fait l'objet d'une attention particulière.

**Étape 5 :** Évaluation des besoins relatifs au confort des personnes.

Les exigences climatiques pour les personnes présentes sont définies par zone climatique.

**Étape 6 :** Compréhension du climat intérieur.

L'enveloppe du bâtiment, ainsi que la conception et le fonctionnement des systèmes de climatisation, sont évalués.

**Étape 7 :** Définition des caractéristiques climatiques.

En s'appuyant sur les résultats des étapes 1 à 5, les caractéristiques climatiques des différentes espaces intérieurs du bâtiment sont définies.

**Étape 8 :** Stratégies d'atténuation.

Différentes stratégies visant à atteindre les conditions climatiques spécifiées dans la phase 7 sont élaborées.

**Étape 9 :** Comparaison des alternatives.

Une analyse multicritères permet d'évaluer comment chaque stratégie d'atténuation aide à atteindre les objectifs définis dans la phase 1.

## Résultats

### Étape 1. *Ce qui est important...*

Lors d'une séance de *brainstorming* avec les parties intéressées, les objectifs du musée ont été fixés et débattus en détail. Ici, les difficultés actuelles rencontrées dans le cadre de la gestion de cette propriété jouent un rôle essentiel. Les principaux objectifs liés aux choix finaux concernant le contrôle climatique qui doivent être soupesés sont, dans un ordre aléatoire :

- Préservation de la valeur culturelle : le château est perçu comme un ensemble hérité de l'histoire, riche d'un intérieur qui se compose de biens meubles et immeubles. La valeur totale du château est bien supérieure à la somme de la valeur culturelle des parties individuelles.
- Hausse des revenus et/ou réduction des dépenses. La forte consommation énergétique (gaz et électricité) du musée joue un rôle majeur.
- Accès aux valeurs culturelles d'un large public, non seulement des visiteurs du musée mais également des personnes qui se rendent à des événements spéciaux, source de revenus.

### Étape 2. *Valeurs*

À travers la méthode d'évaluation « Assessing museum collections, collection valuation in six steps » mise au point par la Cultural Heritage Agency of the Netherlands [RCE, 2014], il a été établi que les valeurs culturelles les plus importantes du château de Heeswijk et ses intérieurs correspondent aux valeurs artistiques et historiques de cet ensemble hérité de l'histoire. Ensemble, les valeurs culturelles du bâtiment et de la collection sont supérieures à la somme de ses différentes parties. Apporter des modifications à l'une d'elles pourrait s'avérer une plus grande perte pour l'ensemble. Des modifications visant à optimiser le climat entraîneront souvent (voire toujours) une perte relativement importante d'expérience, d'authenticité et/ou de valeur historique.

Les salles du musée, représentées par des couleurs sur la Fig. 5, au sein du château, sont les pièces les plus importantes et renferment les biens meubles les plus remarquables. Ces trésors typiques, qui ne furent pas vendus lors des enchères de 1897 et 1903, sont :

- le Salon chinois décoré, dans son intégralité, d'un papier peint d'origine, de meubles, de rideaux de soie, de lampes en verre vénitien et de plafonds peints (Fig. 1b) ;
- le salon qui contient de grands portraits peints ;
- le Salon blanc dont le sol est recouvert d'asbeste (Fig. 1c) ;
- le Salon aux étains, orné de panneaux en bois et d'une belle collection d'objets en étain ;
- la pièce décorée de tentures en cuir de couleur dorée, où décéda le dernier propriétaire.



### Étapes 3 et 4. *Préservation de la collection*

La collection présente des dommages liés au climat. De vieilles photographies ont été comparées avec l'état actuel, afin d'établir la période à laquelle les dommages se sont produits. Il s'est avéré impossible d'établir une chronologie, étant donné que les dommages observés à ce jour étaient déjà présents sur les photos historiques. Le climat, constant au fil des vingt dernières années, n'a pas accru le risque de dommages mécaniques. Cependant, l'état du papier peint dans le Salon chinois constituait une préoccupation. Le papier est fragile et particulièrement sensible aux dommages mécaniques liés aux impacts, chocs et vibrations. Par chance, l'accès à cette pièce est très restreint, en effet seul le personnel y entre pour effectuer l'entretien.

Depuis que le contrôle climatique a été installé au sein du musée en 1996, le personnel n'a cessé de programmer, lire et calibrer les enregistreurs de données. L'humidité relative et la température ont été relevées dans différentes pièces en 2008, 2009, 2010, 2014, 2015 et 2016. Ces données ont malheureusement révélé des écarts. De plus, l'analyse se complique encore, en raison du laps de temps qui varie entre les points de données de 1 à 2 heures. Néanmoins, les données disponibles ont fait l'objet de différents jeux de données. La Fig. 2 présente plusieurs jeux de données.

Pour évaluer le risque des matériaux chimiquement instables, les données relatives au climat peuvent être représentées par un diagramme psychrométrique, à l'aide de lignes de cycles de vie équivalents (les lignes de couleur dans le graphique de la p. 144, situé en bas, à gauche – Fig. 3). Au cours de l'été, les températures atteignant jusqu'à 25 °C à 27 °C, la durée de vie des matériaux chimiquement instables est réduite par un facteur 2, comme indiqué par la ligne orange. Tandis qu'en hiver, la durée de vie double ( $15\text{ °C} < T < 17,5\text{ °C}$ ). Le risque de moisissure a été évalué en traçant graphiquement les données relatives au climat dans le système isoplèthe, pour mesurer la probabilité de germination sur un support où des spores peuvent se développer facilement, ressemblant aux matériaux de construction utilisés. Les différentes données étaient bien en dessous de la limite inférieure de germination (LIM). Le risque de dommages mécaniques a été évalué à travers le modèle développé pour les sculptures en bois (Fig. 3, p. 144, en haut, à gauche). Les lignes entre le risque de dommage mécanique correspondent à zéro. En dehors des lignes, une déformation permanente peut se produire. La ligne rouge inférieure est la ligne en dessous de laquelle le dommage, tel qu'une fissuration, peut se produire.

Bien que différents objets en bois sont fendillés et présentent d'autres déformations, à partir de l'évaluation du risque climatique et l'étude des objets, il y a lieu de conclure que la collection n'est pas actuellement menacée par une détérioration mécanique et biologique. Le risque de dégradation chimique varie toute l'année. Alors qu'en hiver le cycle de vie des matériaux chimiquement instables est double, cet avantage est relativisé par des températures plus élevées en été, lorsque le cycle de vie est réduit.

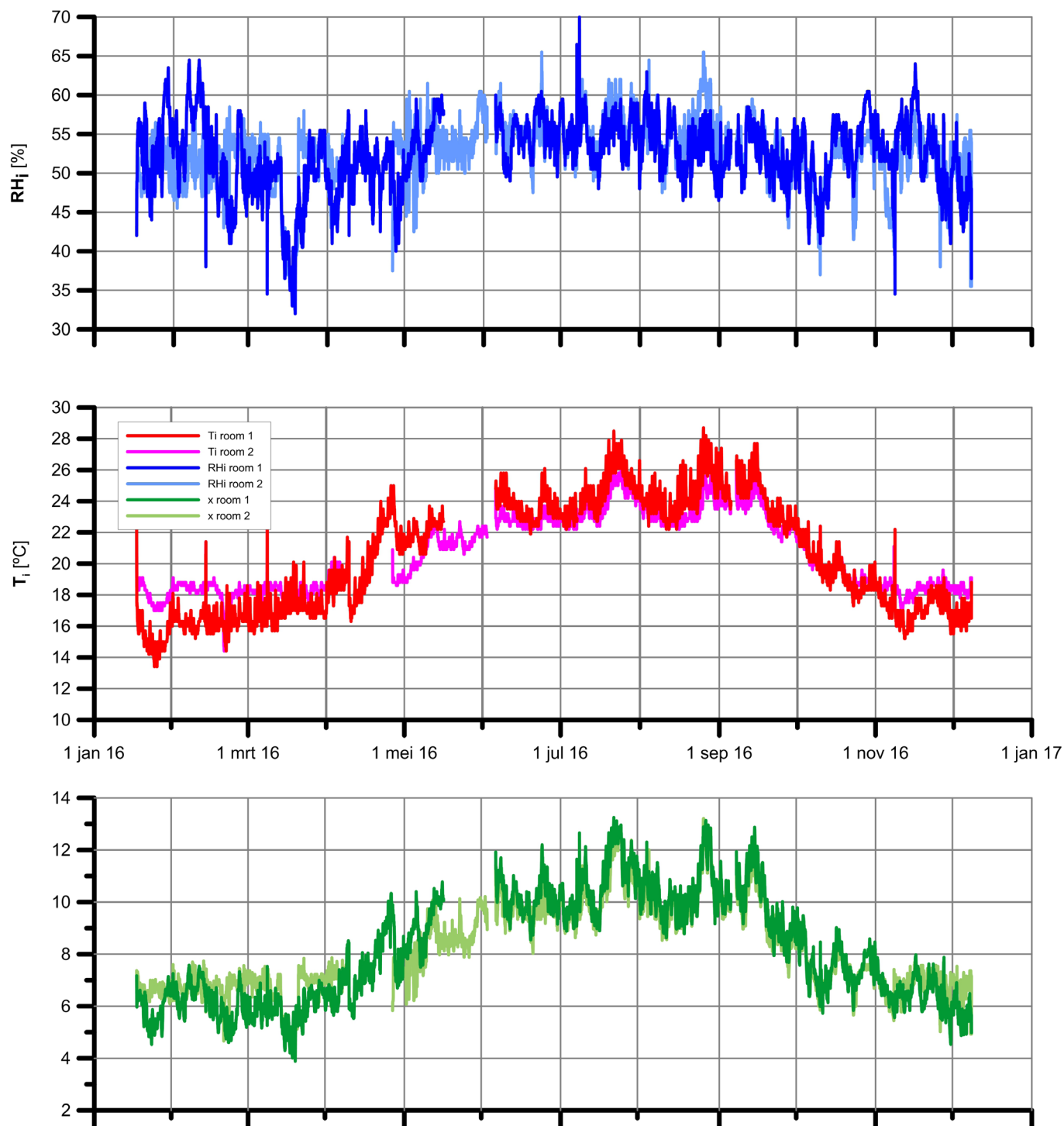


Fig. 3

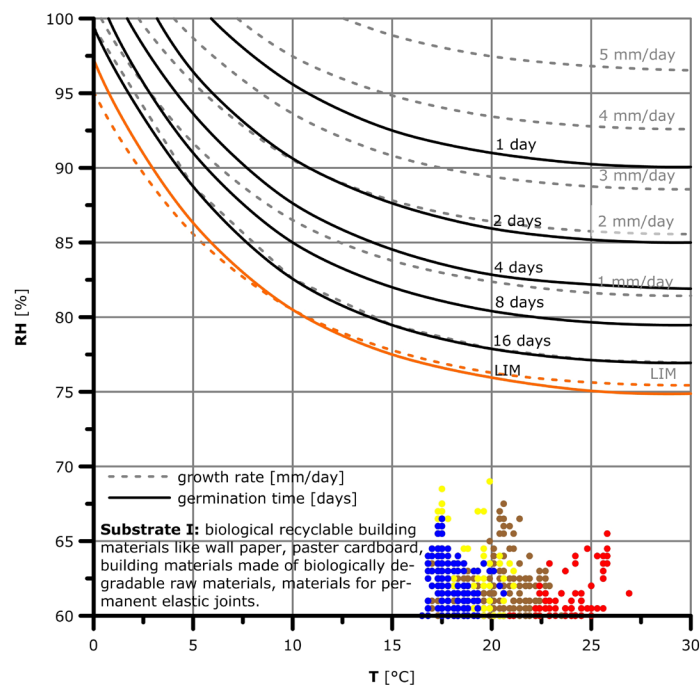
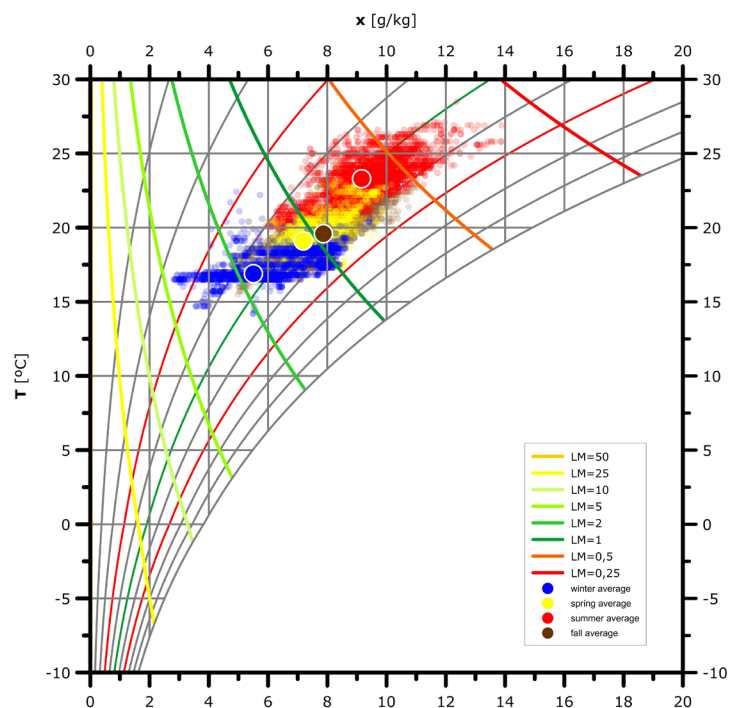
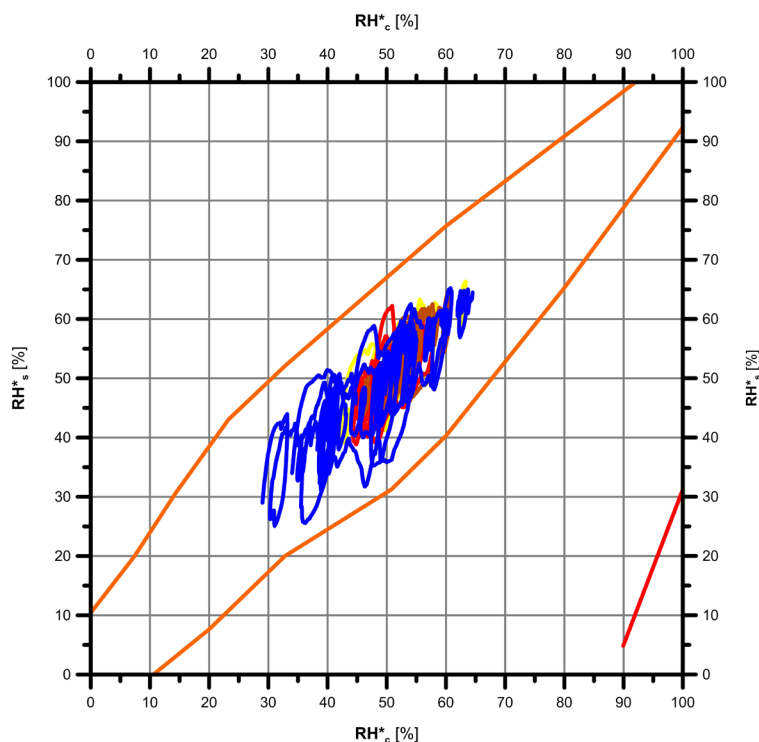
Graphiques relatifs à l'analyse du risque climatique dans deux salles en 2016.

Le graphique ci-dessus indique la température et l'humidité relative et spécifique en 2016 dans le Salon des

étains (room 1) et le Salon blanc (room 2).

Les trois graphiques à droite montrent les risques climatiques pour la détérioration chimique (en bas, à gauche), la moisissure (en haut, à droite) et la détérioration mécanique

(en haut, à gauche), en se basant sur les mesures prises dans le salon entre 2009 et 2016. Pour cette analyse, on a utilisé le modèle de risques climatiques développé par M. Martens [2012].



### Étape 5. Confort du personnel et des visiteurs

Depuis son ouverture en 2003, le musée attire un nombre croissant de visiteurs, passant de 19 000, en 2013 et 2014, à 27 000, en 2017. Selon le personnel, le confort de la collection est toujours perçu comme plus important que le confort des visiteurs, mais la question de savoir dans quelle mesure ils sont à l'aise n'a jamais vraiment été traitée. À travers le modèle développé par van der Linden [2006], il est possible de tracer les températures intérieures relevées en fonction des températures extérieures disponibles [KNMI, l'institut de météorologie national], en indiquant des niveaux de confort. Les lignes de couleur indiquent le pourcentage de personnes en situation de confort. Les lignes vertes montrent, par exemple, le confort de 90 % des personnes en situation de bien-être, lorsque la température intérieure et extérieure tombe entre deux lignes. Les données climatiques relevées dans le salon sont présentées dans la Fig. 4.

Il est aisé de voir que l'hiver et l'été sont trop froids pour la plupart des personnes

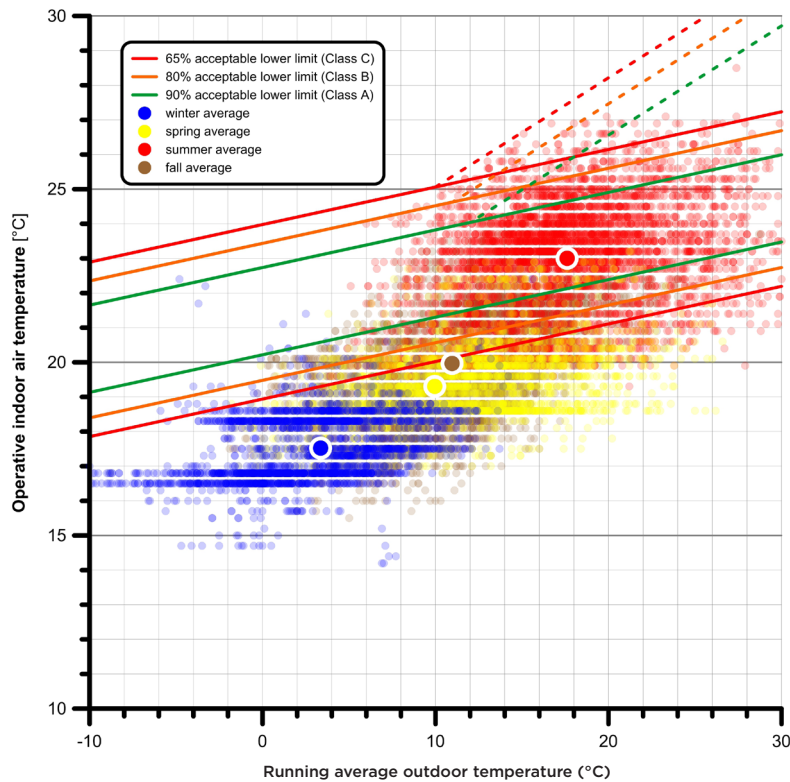


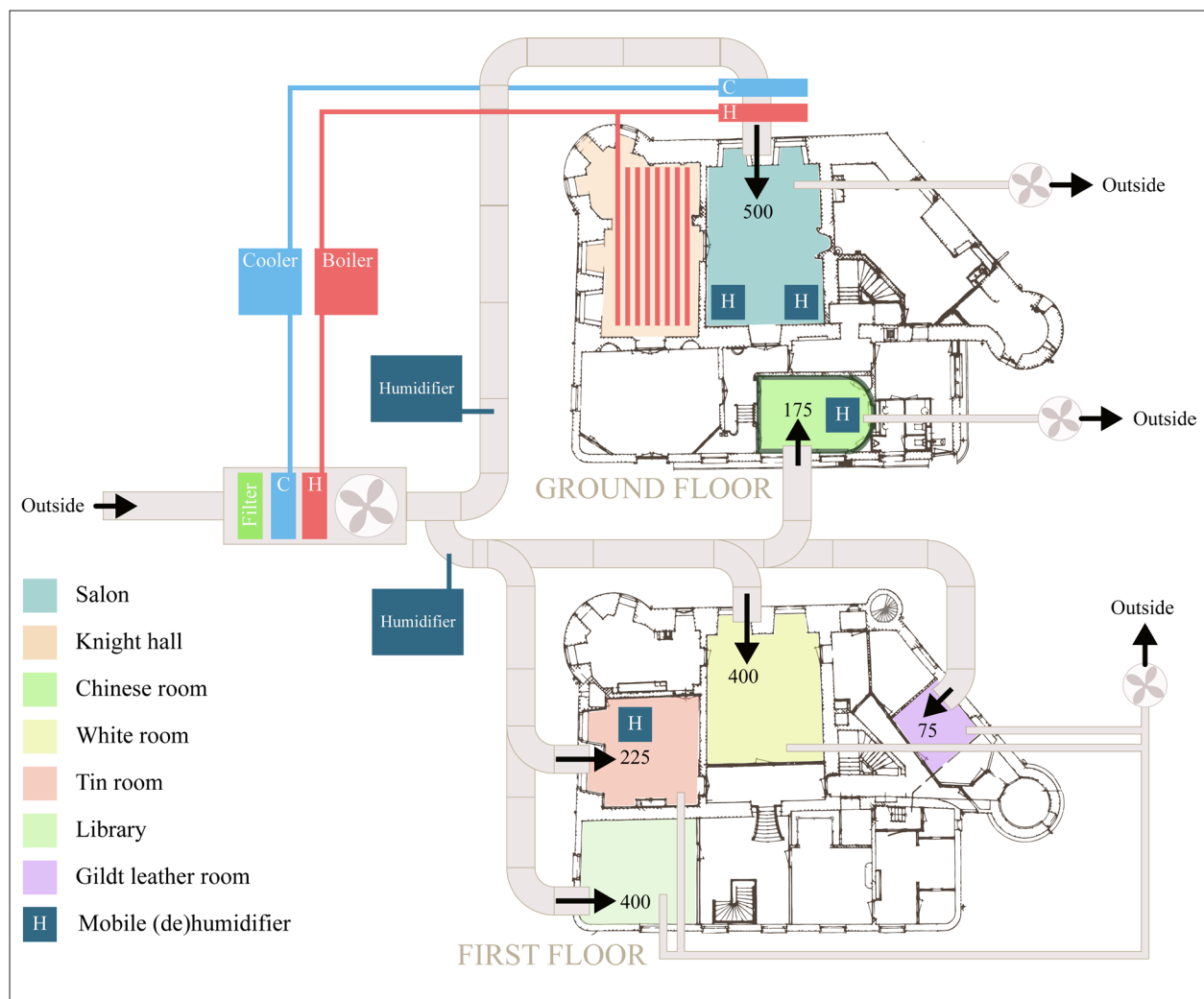
Fig. 4  
Températures intérieures relevées en 2009, 2010, 2013, 2014, 2015 et 2016 dans le salon en fonction des températures extérieures. Les limites en matière de confort pour un bâtiment « Alpha », au sein duquel l'utilisateur exerce un contrôle limité sur la température intérieure, en ouvrant par exemple les fenêtres, sont présentées à travers un modèle thermique adaptatif, extrait de Van der Linden *et al.* [2006].

Fig. 5  
Contrôle du climat au sein du château de Heeswijk en 2017. Les salles du musée sont indiquées par une couleur. L'air extérieur est mis à une température prédéfinie par un système de refroidissement, entraînant la déshumidification et une capacité de chauffage. L'air est ainsi réparti en deux flux, humidifiés par un humidificateur à vapeur. Le premier flux d'air est à nouveau refroidi ou chauffé, puis évacué dans le salon (500 m<sup>3</sup>/h). Le second flux permet d'alimenter différentes pièces en air tempéré, le Salon chinois au rez-de-chaussée (175 m<sup>3</sup>/h) et quatre pièces au second étage. Trois ventilateurs insufflent cet air aux pièces qui bénéficient d'air conditionné. Il n'y a pas de recirculation d'air. Les salles du musée du premier et second étages sont indiquées en couleurs sur le plan.

tandis que le printemps et l'automne fournissent parfois des températures intérieures dans le seuil d'acceptation de 80 %. Comme indiqué par les défis, le personnel se préoccupe du confort des visiteurs tout en soulignant que la préservation de la collection est plus importante. Il convient de trouver un équilibre entre le confort des personnes et le risque de dégradation chimique. Quelles pièces permettent des températures légèrement plus élevées en hiver et/ou en été, avec une réduction moindre des cycles de vie des matériaux chimiquement instables qui en découle ? La stabilité chimique des peintures et des meubles dans le salon, par exemple, permettrait une telle adaptation. En revanche, elle pourrait constituer un risque inacceptable pour les livres et les gravures de la bibliothèque.

#### Étape 6. Compréhension du climat intérieur

Le château de Heeswijk est un bâtiment monolithe. Ses murs épais en brique offrent une masse thermique élevée. Ce qui permettrait de réduire les écarts importants de température. D'autre part, de grands systèmes de vitrages simples encadrés de bois accumulent l'énergie thermique en été et transmettent la chaleur à l'extérieur en hiver, augmentant les gradients de température. Bien qu'en général, la plupart des bâtiments historiques soient peu étanches, les taux de renouvellement de l'air sont élevés, ce qui rend difficile le maintien d'air intérieur à une certaine température et humidité relative.



Le gaz et l'électricité ont été installés dans le bâtiment principal au début des années 1990. Peu après, en 1996, un petit système de contrôle climatique a permis de réguler à la fois l'humidité relative et la température dans une partie du château. En 1999, les pièces du musée qui se situent dans la partie ancienne du bâtiment principal ont été équipées d'air conditionné. En 2009, pour la première fois, le système de climatisation ne fonctionnait pas, le refroidissement étant défaillant. Cette situation dura jusqu'en 2013 lorsque l'une des deux unités a été remplacée. Depuis lors, le refroidissement, et par là, la déshumidification, ont fonctionné à 50 % de leur capacité initiale. En 2011, le logiciel de contrôle a été mis à jour. Le second dysfonctionnement du système de climatisation s'est produit en 2014. L'humidification est devenue très aléatoire. Cette situation dura deux ans. Deux humidificateurs à vapeur ont alors été installés (Fig. 5). Pour stabiliser davantage l'humidité relative, des (dés)humidificateurs ont été placés dans différentes pièces du château. Sur le plan climatique, le Salon chinois a été séparé du reste par un panneau vitré dans le cadre de la porte.



	2008		2009		2010		2013		2014		2015		2016	
	T	HR	T	HR	T	HR	T	HR	T	HR	T	HR	T	HR
Salon			19,7 (2,7)	50,9 (7,1)	20,8 (2,9)	50,4 (6,0)	19,5 (2,6)	58,0 (3,1)	20,8 (2,1)	55,7 (4,3)	20,2 (1,8)	54,8 (4,9)	20,7 (2,1)	55,7 (6,0)
Salon chinois	20,4 (2,4)	50,4 (4,8)	20,2 (3,8)	50,0 (6,2)	18,9 (2,8)	51,3 (5,6)	18,9 (2,8)	51,3 (5,6)	20,7 (2,1)	53,8 (2,7)	20,2 (2,2)	50,8 (4,7)	20,8 (2,4)	51,7 (4,7)
Pas de refroidissement / Pas de déshumidification									Humidification aléatoire					

Cette pièce devrait enregistrer le plus faible taux d'infiltration. La Fig. 5 représente schématiquement la situation en 2017.

En général, le climat fait apparaître des fluctuations à la fois saisonnières et courtes, tant de la température que de l'humidité relative (se reporter à la Fig. 2). Les pièces du rez-de-chaussée sont chauffées en hiver tandis que celles qui se trouvent au premier étage ne le sont pas et restent relativement fraîches.

En comparant par exemple le climat intérieur en 2009 et en 2016 dans le salon, on peut remarquer qu'en 2009 il y avait une fluctuation saisonnière de l'humidité relative d'environ 15 % tandis qu'en 2016 l'humidité relative oscillait entre 50 % et 65 % tout au long de l'année. Cela est très probablement dû au dysfonctionnement du refroidissement à cette époque. Le Tab. 1 résume le climat des deux pièces les plus contrôlées, le salon et le Salon chinois.

Il ressort des données ci-dessus que la distribution de température dans les deux pièces est assez similaire, l'humidité relative dans le salon est légèrement supérieure, avec des écarts un peu plus importants, par rapport à celle enregistrée dans le Salon chinois. Le climat dans les autres pièces montre des variations semblables. Somme toute, on peut conclure que la stratégie adoptée (toutes les heures près de 1 775 m<sup>3</sup> d'air sont véhiculés dans les pièces du musée) n'offre pas une humidité relative ou une température strictement contrôlée, et que les plus grandes fluctuations soudaines auxquelles sont exposés les objets du musée sont générées par le système de climatisation. Il n'y a pas d'effet marqué d'un dysfonctionnement du refroidissement (2009-2013) sur le climat intérieur, à l'exception d'une humidité relative plus élevée qui est notable, dans le salon, en 2013. De la même façon, l'humidification aléatoire ne manifeste pas, par exemple, un plus grand écart type des données concernant l'humidité relative.

Le pompage, le chauffage et le refroidissement d'air consomment de l'énergie. Le gaz sert à chauffer. L'électricité sert principalement au fonctionnement des ventilateurs qui transportent l'air. Le refroidissement et l'humidification à vapeur requièrent également de l'électricité. Lors de l'évaluation de l'utilisation du gaz au cours des sept dernières années, on a constaté, qu'indépendamment du mois, celle-ci a plus que doublé,

Tab. 1

La température et l'humidité relative moyennes annuelles dans le salon et le Salon chinois. L'écart type est indiqué entre parenthèses.

accroissant ainsi les coûts. L'analyse de la consommation d'électricité est problématique car des données incomplètes ne sont disponibles que de 2011 à 2016. Et il est difficile de déterminer la contribution des composants de la climatisation à l'ensemble des données. On peut observer une tendance générale de ces données : une baisse de la consommation d'électricité d'environ 20 à 30 % pour la plupart des éléments de construction entre 2011 et 2014 alors qu'en 2015 et 2016, il se produit une nouvelle augmentation, équivalente à celle de 2011. Cette réduction s'explique probablement par l'absence de la capacité de refroidissement, et l'augmentation après l'année 2014 par l'installation des deux humidificateurs à vapeur (Fig. 6).

Il semble que la stratégie du contrôle climatique a un effet très limité sur le climat intérieur mais consomme une quantité importante d'énergie. Une première tentative pourrait être la réduction du taux de renouvellement de l'air à travers la rénovation ou le calfeutrage des fenêtres. Il est peut-être possible d'améliorer les sols/parquets sur le plan thermique. Malheureusement, en améliorant la performance du bâtiment, les valeurs esthétiques et culturelles de ce dernier seront modifiées ou réduites. Il existe une seconde option qui consiste à étudier l'effet des composants individuels du système de contrôle climatique sur le climat intérieur, en vue de développer différentes façons d'optimiser la situation. Une stratégie pourrait consister à tenter de limiter la dépendance du climat intérieur à l'égard de la technologie. On pourrait imaginer que le système fonctionne à une fréquence inférieure ou soit éteint pendant la nuit. Actuellement, la plupart des portes restent ouvertes de manière à produire un volume interne important, permettant à l'air de circuler et de se mélanger librement au sein du bâtiment. L'impact sur le climat de l'ouverture ou de la fermeture de certaines portes, dans cet espace, peut être étudié, dans le but de réduire la ventilation par zone.

## Conclusions

Afin d'analyser les problèmes qui touchent le château de Heeswijk, les étapes 1 à 6 ont été suivies. Les trois dernières étapes, à savoir les étapes 7 (spécifications climatiques), 8 (options d'atténuation) et 9 (rapport coût/bénéfice) n'ont pas été abordées, étant donné qu'elles n'entraient pas dans le cadre de cette étude.

De nouvelles spécifications climatiques qui s'adaptent au bâtiment, l'organisation et les façons de les respecter peuvent être développées en s'appuyant sur les résultats de cette étude. Les objets sont-ils menacés dans ce climat ?

Au cours des dernières années, le climat au sein des différentes salles du musée n'a jamais correspondu au climat muséal (strict), prévu à l'origine par ceux alors impliqués dans le processus de décision. Bien que les besoins initiaux n'aient pas été atteints, on estime que les spécifications liées à l'humidité relative et à la température auront beaucoup de similitudes avec celles relevées dans les musées rénovés à cette époque : 48 %-53 % [Jütte, 1994]. À travers le concept de *fluctuation de l'humidité relative vérifiée*, il est possible de déterminer les futures conditions du climat intérieur en analysant le climat historique. Il suffit

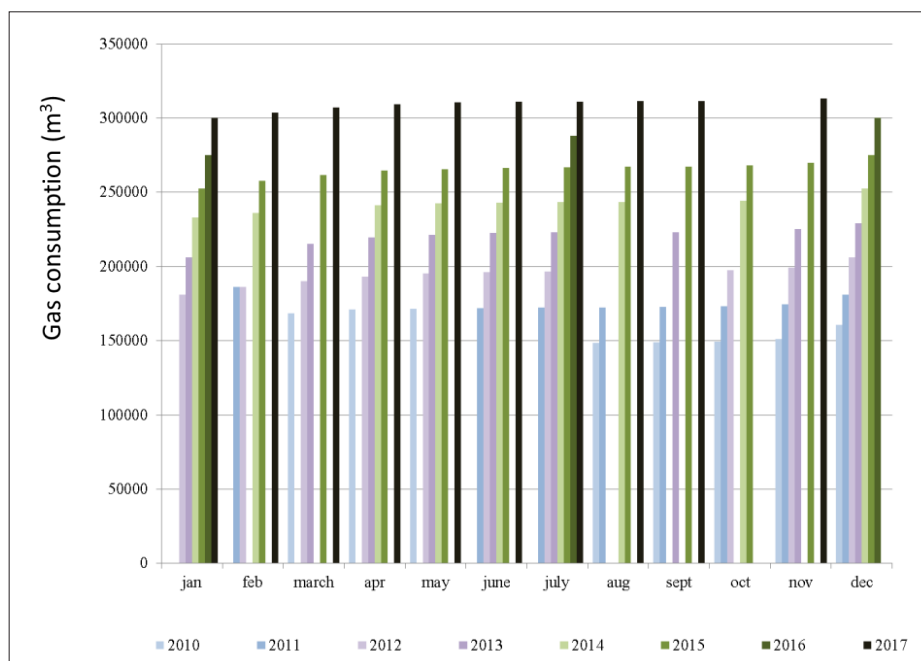


Fig. 6  
Consommation mensuelle  
de gaz du château de  
Heeswijk, de 2010 à 2017.

de calculer la médiane (50<sup>e</sup> percentile) et l'écart type de l'ensemble des données relatives à l'humidité relative. La variation future acceptable (maximum) est définie comme l'écart type de toutes les données historiques concernant l'humidité relative [CEN 2010].

La largeur de bande admissible augmenterait de façon significative, sans accroître le risque de dommage mécanique sur les biens meubles. Si une humidité relative (et une température) inférieure était exclue en hiver, cela réduirait considérablement le risque de condensation sur et/ou à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment. À travers les données relatives au climat historique indiquées dans le Tab. 1 pour le salon et le Salon chinois, on peut distinguer l'année qui enregistre l'écart type le plus important. L'année 2009 a enregistré les plus grands écarts types pour les deux pièces : 51 %  $\pm$  7 % (salon) et 50 %  $\pm$  6 % (Salon chinois). Si ces spécifications servaient à mettre au point une stratégie alternative du climat, elles deviendraient des objectifs de rendement et devraient être réécrites comme suit : 44 % - 58 % et 44 % - 56 %, permettant au climat d'osciller librement entre ces conditions limites. Sachant que ces deux descriptions différentes ont un impact considérable sur la consommation d'énergie. Dans son étude doctorale, Kramer a montré que la catégorie AA sous forme d'échelle (45 - 55 %) économisait 50 % d'énergie par rapport au cas d'une valeur de consigne (50  $\pm$  5 % HR) [Kramer *et al.*, 2016].

La seconde question est de savoir si le système climatique peut être optimisé en fonction d'un double objectif en vue : un meilleur contrôle du climat intérieur et une réduction de la consommation d'énergie.

En particulier, le dysfonctionnement du système de refroidissement en 2009, d'humidification en 2014, ainsi que l'idée que le climat n'avait pas changé de façon radicale (se reporter au Tab. 1), les observations du

personnel du musée ayant corroboré que le climat intérieur n'avait pas considérablement changé, indique que l'impact global de la climatisation sur le climat intérieur est certainement limité. Il convient de se livrer à une étude approfondie afin d'évaluer l'efficacité du système climatique à travers la fermeture temporaire (de parties) du système et/ou le changement d'utilisation des (dés)humidificateurs mobiles. Ces adaptations permettraient de réduire la dépendance vis-à-vis des machines et, par conséquent, la consommation d'énergie, ainsi que les coûts énergétiques et les frais de maintenance. L'effet des composants de la stratégie climatique, comme le refroidissement, le chauffage, etc. devrait être mieux compris. On pense que les appareils mobiles ont un impact très limité sur l'humidité relative au sein d'espaces ouverts. L'effet de la fermeture des portes, en examinant les taux de renouvellement de l'air, est une option, notamment si l'utilisation d'appareils mobiles s'avère plus efficace. Afin de comprendre l'effet d'une intervention sur le climat intérieur, des mesures adéquates doivent être prises. Dans le cas du château de Heeswijk, il est recommandé de commencer par un plan de mesure approprié. Il n'est pas nécessaire d'avoir un personnel ou budget supplémentaire pour produire des données qui ont des intervalles de temps similaires et commencent en même temps, mais l'analyse de telles données est considérablement moins longue<sup>1</sup>.

#### Note

[1] Cette étude a compté sur la collaboration d'Antje Verstraten, Renate Oosterloo et Vera Tolstoj, trois étudiants en Conservation des demeures historiques à l'Université d'Amsterdam. Nous remercions le personnel du château, Luc van Eekhout, Elly Verkuijlen et Hein van de Greef pour leur accueil et leur aide précieuse. L'accès à leurs informations a été essentiel. Nous remercions également le bénévole Ad van de Akker qui a conçu le système climatique et nous a expliqué sa structure.

#### Références bibliographiques

ANKERSMIT B. et STAPPERS M. H. L., 2017. In : LUXFORD N. (dir.), *Managing Indoor Climate Risks in Museums*, Springer.  
 ANKERSMIT B. et STAPPERS M. H. L., 2018. « Guideline in jeopardy : observations on the application of the ASHRAE chapter on climate control in museums ». In : *Preprints of the IIC conference in Turin 2018*. Accepted for publication.  
 CEN, 2010. *Conservation of cultural property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced damage in organic hygroscopic materials*. European Standard

EN 15757:2010.

JÜTTE B. A. H. G., 1994. *Passieve conservering; klimaat en licht*. Amsterdam : Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap.

KNMI, température extérieure consultable sur : <http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/selectie.cgi>.

KRAMER R. P., SCHELLEN H. L. et VAN SCHIJNDEL A. W. M., 2016. « Impact of ASHRAE's museum climate classes on energy consumption and indoor climate fluctuations : Full-scale measurements in museum Hermitage Amsterdam ». *Energy & Buildings* 130, p. 286-294.

MARTENS M. H. J., 2012. *Climate risk assessment in museums: degradation risks determined from temperature and relative humidity data*, dissertation, Technical University Eindhoven. Consultable sur le site : <https://pure.tue.nl/ws/files/3542048/729797.pdf>.  
 RCE, 2014. In : VERSLOOT A. (dir), *Assessing museum collections, collection valuation in six steps*. Amersfoort : Cultural Heritage Agency.

VAN DEN LINDEN A. C. et al., 2006. « Adaptive temperature limits : A new guideline in The Netherlands ». *Energy and Buildings* 38 (1), p. 8-17.

# La conservation préventive dans les Musées du Vatican

## Résumé

La stratégie de conservation des Musées du Vatican trouve ses racines dans l'ancienne tradition de protection exercée par les papes, tout comme dans la pratique de la conservation du patrimoine, qui anticipe le concept même du musée. Aujourd'hui la conservation nécessite une synergie et une application périodique, des protocoles testés scientifiquement, l'engagement de professionnels formés correctement, la vérification des résultats et la certitude du financement.

La nécessité de conserver cet immense patrimoine au mieux et de traiter efficacement les problèmes de pression anthropique ont conduit les Musées du Vatican à créer un Bureau spécialement chargé d'élaborer des stratégies de conservation préventive et des plans d'entretien destinés non seulement aux collections, mais également aux infrastructures et aux décors. Le modèle de conservation intégrée utilisé depuis quelques années dans les Musées du Vatican soutient le suivi climatique des espaces d'exposition, des biens et des réserves, la routine quotidienne d'interventions telles que le dépoussiérage et le suivi périodique de l'état de conservation des collections, ainsi que la réparation dans les délais des dommages mineurs.

## Mots clés

Conservation, prévention, entretien programmé, surveillance, dépoussiérage, documentation, réparation des décors, remise en état des sols en marbre.

**E**n 1543, le pape Paul III Farnèse établit la figure de « l'officier de conservation préventive ». Avec un célèbre *motu proprio*, il attribue le rôle de *Mundator* à Francesco Amadori, l'assistant de Michel-Ange, et lui confie la tâche bien rémunérée de procéder au dépoussiérage régulier et généralisé des peintures de la chapelle Sixtine<sup>1</sup>.

Le *Jugement dernier* était terminé depuis un peu plus d'un an, mais le pape comprenait déjà l'importance de la prévention.

Depuis, l'histoire a suivi son cours et la pendule de la réflexion a oscillé à plusieurs reprises entre « entretien » et « restauration » de 1970 à nos jours, penchant peut-être davantage vers cette dernière puisque les résultats sont spectaculaires et très efficaces en termes de communication [Urbani, 1973 ; Urbani, 1976 ; Urbani, 2000 ; Zanardi, 2009].

Le tourisme de masse de ces dernières années et la consommation culturelle croissante nous ont amenés à réévaluer les anciennes pratiques de soins

## Vittoria Cimino

Directeur du département  
de la Conservation,  
Musées du Vatican  
conservatore.musei@scv.va

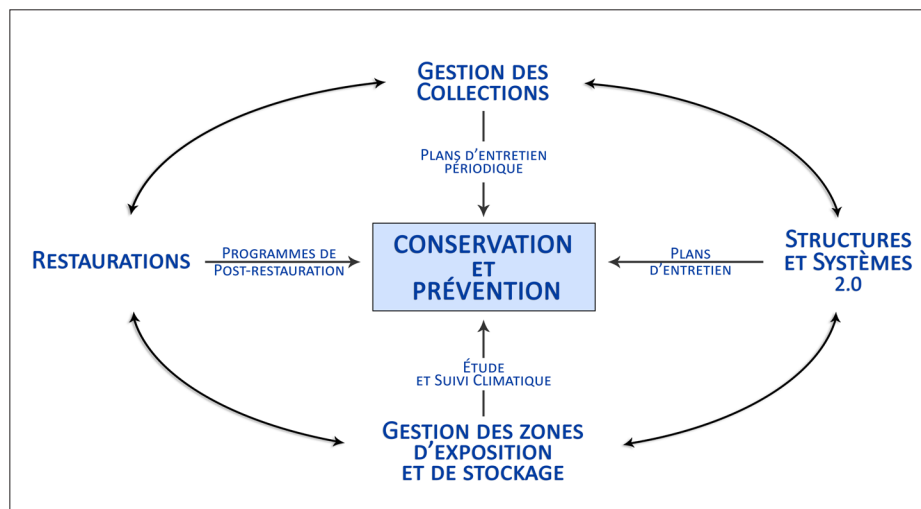
## Marco Maggi

Chargé du contrôle  
climatique au département  
de la Conservation,  
Musées du Vatican,  
conservatore.musei@scv.va



Fig. 1

La « voie circulaire » du modèle de conservation global, intégré et durable.  
(© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)



et d'entretien, car elles sont plus durables et efficaces pour la prévention des dommages et de l'usure du patrimoine culturel [De Guichen, 2005].

Le bureau de la conservation préventive des Musées du Vatican a été créé en 2008, en même temps que le nouveau *Regolamento della Direzione dei Musei*<sup>2</sup>.

Le chargé de la conservation préventive, de concert avec la direction, les départements et les laboratoires, analyse les différentes activités du musée et réalise des études visant à résoudre des problèmes spécifiques : méthodes d'exposition permanente ou temporaire, protection des vitrines, manipulation et transport des œuvres en prêt, conservation dans les zones de stockage, protocoles et traitements de désinfestation, contrôle et surveillance climatique des problèmes critiques, études préliminaires et protocoles de post-conservation, flux de visiteurs.

Le bureau de la conservation préventive a pour tâche d'adopter le *code de déontologie* de l'ICOM [ICOM, 2004], les documents et les directives guidant les processus d'adaptation et de développement des musées [MIBACT, 2001], en élaborant des stratégies et des mesures visant à abaisser le seuil de risque et à relever le niveau de qualité du patrimoine historico-artistique et archéologique, confié au soin et à la protection des Musées du Vatican. En dehors des musées, le Bureau est appelé à exercer son activité dans tous les lieux de représentation ou de culte où le Saint-Siège, dans l'exercice de ses fonctions de protection, l'exige, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'État.

Comparables en termes de taille et de nombre de visiteurs aux plus grands musées du monde, les Musées du Vatican constituent un système de musées conçu non pas pour contenir des œuvres d'art mais comme le résultat d'ajouts et d'intégrations des parties du Palais Apostolique qui avait des fonctions religieuses, de logement et de représentation. Outre les collections, exposées dans une multitude de cours, de salles, de galeries et de passages étroits, ce sont les salles elles-mêmes, les chapelles, les appartements « secrets », les galeries avec de célèbres fresques qui sont les lieux d'intérêt à visiter.

C'est une exposition en continu qui présente plus de 7 km de salles précieuses, expose des milliers d'œuvres et accueille plus de 6 millions de visiteurs chaque année.

La nécessité de conserver un patrimoine aussi immense, mais fragile, a conduit les Musées du Vatican à expérimenter puis à adopter *un modèle de conservation globale, intégrée et durable* [Cimino, 2017], où coexistent et interagissent efficacement tous les protocoles de protection indirects possibles, la protection de l'environnement des expositions, les décors, les systèmes et les travaux de conservation-restauration (Fig. 1).

**L'entretien des zones d'exposition et de stockage** commence par une connaissance approfondie de celles-ci, ainsi que par la compréhension du fait que les œuvres ne sont pas des systèmes isolés, mais sont au contraire strictement liées à l'influence de leur environnement immédiat. Les niveaux et les variations doivent être mesurés au fil du temps afin de comprendre ou de quantifier l'impact des facteurs environnementaux naturels ou artificiels.

Le bureau de la conservation préventive effectue directement la surveillance thermo-hygrométrique, sans confier le service à des tiers. En créant et en gérant un vaste réseau de détection, le Bureau est en mesure de recevoir et d'évaluer toutes les informations enregistrées dans un délai très court.

Les objectifs sont de :

- maintenir les équipements de climatisation et de traitement existants au meilleur niveau d'efficacité possible ;
- assurer une assistance pratique à tous les départements du musée, en signalant « en temps réel » les situations à risque pour les pièces du patrimoine culturel ou en attirant l'attention sur des problèmes environnementaux spécifiques ;
- assurer les opérations de maintenance ou les réparations nécessaires des équipements ;
- fournir des conseils et du matériel d'étude utiles à la rédaction de programmes de conservation préventive et de conservation-restauration/post-restauration, dans le cadre de nouveaux projets concernant les structures, les systèmes et les décors.

La **surveillance** thermo-hygrométrique ainsi que le contrôle du **rayonnement lumineux et des polluants** sont effectués à l'aide de procédures certifiées et d'un équipement spécifique et régulièrement étalonné par du personnel qualifié<sup>3</sup>. Le système de surveillance de l'environnement consiste en un réseau de plus de 100 capteurs, situés dans les zones d'exposition (salles et galeries), les laboratoires de conservation-restauration, les bibliothèques et les zones de stockage : partout où se trouvent les collections de matériaux sensibles ou des situations à étudier<sup>4</sup>.

Les Musées du Vatican comptent treize départements, sept laboratoires

de conservation-restauration, un laboratoire de recherche scientifique, de nombreux bureaux et services. Les données de surveillance sont enregistrées sur des diagrammes graphiques et accompagnées de commentaires explicatifs et de suggestions. Elles sont ensuite envoyées chaque mois aux conservateurs des départements et aux responsables des laboratoires et bureaux concernés.

La direction des Musées ne reçoit qu'un rapport écrit résumant les données, comprenant de brèves explications et des suggestions d'amélioration. Cela permet à la direction d'avoir une vision globale de la situation générale tout en étant au courant des détails.

### **Les zones de stockage**

Les Musées du Vatican disposent de plus de quarante salles de stockage réparties autour de différents bâtiments. Certaines d'entre elles sont des environnements technologiques, équipées de dispositifs efficaces de contrôle de la concentration d'humidité et de climatisation à des niveaux prédéfinis. D'autres sont desservies par des Unités de Traitement de l'Air (UTA), qui garantissent les valeurs de contenu même à des intervalles très rapprochés, tandis que d'autres nécessitent encore des ajustements techniques spécifiques. Il y a aussi celles (qui abritent des antiquités archéologiques) qui ont conservé l'ancien nom de *Magazzini* et où la technologie n'a pas encore été introduite. Dans ce cas, les précautions conservatives visent principalement à ne pas perturber ni perdre leur magnifique environnement « historique » avec des innovations inutiles.

Quelle que soit la zone de stockage, dans l'attente d'une révision générale susceptible de lui donner plus de dignité, plus d'espace et plus de ressources, les Musées du Vatican ont mis en place **un plan d'entretien périodique des zones de stockage** afin de s'assurer qu'elles sont toutes nettoyées et réorganisées en profondeur deux fois par an.

Telle est notre philosophie : le meilleur moyen de conserver le patrimoine culturel est de le connaître, de l'utiliser et de l'entretenir.

L'entretien périodique est préliminaire et devient l'occasion d'organiser des opérations spéciales de réorganisation, toujours avantageuses, et des cycles ciblés de dépoussiérage et de contrôle des collections stockées.

L'objectif de créer un « système intégré » capable de ralentir les processus de détérioration, naturels ou induits, nécessite des protocoles de contrôle réguliers et des programmes structurés de surveillance de l'environnement. C'est pourquoi, outre les cas « exceptionnels », tels que les nouveaux systèmes de climatisation et d'éclairage de la chapelle Sixtine, une équipe de professionnels sélectionnés est chargée de dépoussiérer et de vérifier le patrimoine culturel, puis de réparer les dommages mineurs au besoin.

La nouvelle philosophie de la Direction des Musées du Vatican repose sur une synergie étroite entre les domaines scientifiques et administratifs, qui fournissent dans ce but les ressources économiques nécessaires correspondant à 0,3 % des recettes annuelles.



*Fig. 2*

La chapelle Sixtine, bondée de visiteurs comme d'habitude.

(© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)

### Plans d'entretien périodique des collections et des pièces précieuses

En 2010, afin de garantir des niveaux appropriés de conservation, de décorum et de jouissance des collections exposées, tout en limitant les dommages éventuels dus à la pollution et à l'usure résultant du grand nombre de visiteurs aux Musées du Vatican (Fig. 2), le premier **plan pour l'entretien périodique des collections** a été mis en place.

Il consiste en l'exécution coordonnée, planifiée et répétée de dépoussiérage, de contrôle et de documentation des milliers d'objets exposés, des objets de tous âges, origines et matériaux [Paolucci, 2009 ; Paolucci, 2012].

C'était une petite révolution confiée à des conservateurs-restaurateurs externes (des professionnels hautement qualifiés), chepeautés par un même responsable<sup>5</sup>, une activité stratégique de soin et de contrôle des collections que les laboratoires de conservation, impliqués dans de nombreuses autres opérations et services, n'auraient pas été en mesure de garantir. Le principe était le suivant : ne pas avoir un entretien sporadique, mais un examen régulier, méticuleux et continu de l'ensemble du patrimoine culturel des Musées du Vatican, conférant une dignité égale à un chef-d'œuvre, à un fragment de sarcophage situé à proximité ou à une pièce secondaire.

L'objectif était de pouvoir assurer une attention de base à toutes les collections dans leur environnement d'exposition et de garantir, en outre, l'exactitude méthodologique de l'opération, l'excellence des résultats, la traçabilité des travaux effectués et l'archivage des informations collectées au fil du temps.

Les objectifs de qualité attendus par la Direction des Musées du Vatican sont atteints grâce à l'organisation de programmes qui prennent en compte les besoins des conservateurs, tout en s'appuyant sur la supervision technique des laboratoires de conservation et de recherche scientifique, coordonnée par le bureau de la conservation préventive.

Les conservateurs-restaurateurs travaillent cinq jours par semaine pendant six heures consécutives, selon un protocole convenu qui inclut les méthodes de travail, les opérations, le respect des critères de l'entretien et l'utilisation correcte des outils, du matériel, des machines et des équipements de protection individuelle.

Le programme d'archivage numérique des résultats des contrôles représente un point de qualification pour l'ensemble du projet. Il est consultable en ligne par tous les départements intéressés, y compris par les départements d'administration et de gestion. Cela permet aux laboratoires de conservation de voir les problèmes de conservation émergents et de décider ensuite d'agir immédiatement ou ultérieurement dans le cadre d'un programme global. Le bureau de la conservation préventive consulte les données puis envoie des rapports périodiques à la direction, la tenant ainsi constamment informée des activités réalisées.

Encouragés par les bons résultats obtenus, les Musées du Vatican ont lancé en 2015 le **plan d'entretien intégré**, enrichi à son tour par l'**entretien des décors et des sols précieux**, voire les parties du musée le plus facilement exposées à l'usure physique et aux petits actes de vandalisme, qui sont le résultat de la forte pression anthropique.

De cette manière, il est possible de garantir une intervention coordonnée sur les œuvres du patrimoine culturel et leur environnement, ce qui évite les opérations épisodiques ou isolées.

#### *Pratique quotidienne*

Le groupe est composé de dix professionnels : six conservateurs-restaurateurs, deux décorateurs, un marbreur et un coordinateur. Ils travaillent du lundi au vendredi de 13 heures à 18 heures.

Les **six conservateurs-restaurateurs** sont responsables de la maintenance périodique des pièces du patrimoine culturel exposées dans des galeries, des salles ou des espaces de stockage : ils sont chargés de **dépoussiérer** et de **vérifier l'état de conservation des collections** (Fig. 3).

Le matériel nécessaire consiste en un ensemble de brosses douces (des brosses « japonaises » en poil de chèvre pour les surfaces les plus délicates jusqu'à celles en soie naturelle de différentes formes et tailles), des chiffons





en microfibre et antistatiques, des éponges de divers types, des aspirateurs avec des filtres à haute efficacité, des échelles et des nacelles élévatrices, des détergents pour le nettoyage des vitres, des gants, des rallonges et des lampes, des caméras pour documenter les situations critiques et remplir les formulaires de conservation.

Par exemple, tous les mois, les conservateurs-restaurateurs aspirent environ 5,4 kg de poussière, utilisent 90 chiffons antistatiques et consomment une quantité indéterminée de différents types de brosses.

Lorsqu'il n'y a aucune possibilité de travailler dans un secteur muséal fermé, des bornes définissent un espace de travail restreint, afin de garantir la sécurité des objets et des visiteurs. En ce qui concerne les vitrines, il est nécessaire d'en prendre une photo avant l'entretien, afin de documenter la position précise des pièces des collections qu'il faudra ensuite reproduire exactement.

Outre la suppression des particules atmosphériques et autres dépôts faiblement cohérents des sculptures, des peintures sur toile et des panneaux, des céramiques, des artefacts métalliques, des objets de matériaux hétérogènes, des collections ethnographiques, des voitures papales et des automobiles, les conservateurs-restaurateurs vérifient l'état de conservation des collections et en enregistrent les résultats dans une **base de données développée spécialement**.

**Les deux décorateurs**, conformément aux indications techniques fournies par le Laboratoire de conservation des peintures et le Laboratoire de recherche scientifique, sont responsables de l'ensemble des décors « à hauteur d'homme » sur les murs et de la réparation des dommages mineurs causés par les phénomènes de dégradation naturelle et par la pression anthropique (Fig. 4).

Ces interventions visent à résoudre les problèmes liés aux décollements, à la décohésion des couches de peinture, aux altérations dues à

*Fig. 3*  
Entretien périodique de la galerie Chiaramonti.  
(© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)

*Fig. 4*  
Entretien périodique des décorations de la Salle Ronde du musée Pio-Clementino.  
(© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)

l'efflorescence du sel, mais principalement aux abrasions et aux éraflures causées par les chocs, les frottements et l'usure.

Dans les Musées du Vatican, les techniques picturales sont celles de la fresque, de la chaux *a secco* et de la tempéra. La technique de réintégration est choisie sur la base de son affinité avec les matériaux d'origine : aquarelles, lait de chaux, pigments en poudre, couleurs de tempéra industrielles.

En cas de perte de plâtre, les décorateurs utilisent du mastic de chaux et de la poussière de marbre, puis finissent avec une couche de plâtre bien nivelée, préparée pour recevoir les couleurs.

Le **marbreur** est responsable de la réparation de différentes surfaces – telles que les sols et les incrustations de marbre, les mosaïques – à travers tout l'espace d'exposition des Musées du Vatican (Fig. 5).

Le programme opérationnel comprend :

- des réparations urgentes ;
- l'examen et la documentation de l'état de conservation des revêtements de sol.

Après trois ans, il est possible de définir une typologie des problèmes les plus courants :

- manque de pièces dans les incrustations de marbre ;
- perte d'adhérence, due à la décohésion du mortier de résine ou la dégradation des adhésifs de sol, d'origine ou liés à des travaux d'entretien antérieurs ;
- morceaux de marbre cassés sur les couches de remplissage inadéquates ;
- les réintégrations anciennes et inappropriées.

#### La base de données informatisée : un outil essentiel pour un entretien efficace

Les meilleures pratiques pour la conservation du patrimoine culturel sont les suivantes : contrôle de l'environnement, vérification et documentation de l'état de conservation des collections et entretien régulier.

De plus, il est essentiel que toutes ces mesures soient complétées par un enregistrement systématique de ces activités dans une base de données numérique.

Le **Programme d'entretien des Musées** est actuellement bien plus qu'un système de classement : il est facile à utiliser et permet de gérer un « dialogue authentique » avec les collections des Musées du Vatican.

Cette base de données constamment mise à jour est consultable sur l'intranet des musées. Elle

Fig. 5  
Réparation du sol en marbre à l'intérieur de la galerie de Cartes.  
(© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)





*Fig. 6*  
La galerie des Tapisseries,  
bondée comme d'habitude.  
(© Governatorato SCV –  
Direzione dei Musei)

contient toutes les activités d'entretien enregistrées depuis 2010, c'est-à-dire 5 000 jours de travail, et donne accès aux images et aux graphiques, produit des statistiques et développe des stratégies de travail basées sur des demandes et des alertes.

### **Un exemple significatif : l'entretien de la tapisserie**

Les pratiques de conservation ont toujours existé et, avec elles, la prise de conscience du fait que la conservation du patrimoine est une condition nécessaire à sa propre survie.

Aujourd'hui – par rapport au passé – une meilleure formation technique et scientifique des opérateurs, la motivation des experts en conservation ainsi que les nouvelles possibilités offertes par les technologies de l'information appliquées au diagnostic et à la documentation constituent une excellente occasion de dépasser les limites d'une approche épisodique et isolée.

En comparant toutes les informations recueillies à partir de l'activité de dépoussiérage, il est possible de définir l'application de protocoles d'intervention et de styles de comportement de plus en plus adéquats.

Un exemple significatif est donné par l'approche des opérations de dépoussiérage effectuées sur les tapisseries des Galeries Supérieures. Une intervention absolument nécessaire car les manufactures précieuses sont exposées sans barrières de protection dans le couloir qui mène à la chapelle Sixtine, généralement très encombré (Fig. 6).

Le protocole laisse beaucoup de place à la méthode de contrôle et d'identification pour évaluer et documenter dans le temps la qualité des particules, la quantité présente sur les surfaces et, à l'aide d'une analyse microscopique, pour identifier la présence possible de fibres textiles originales (Fig. 7).

Après avoir idéalement subdivisé la surface de la tapisserie en zones de



1 ou 1,5 m<sup>2</sup>, la méthode d'intervention nécessite une aspiration frontale de l'artefact, indirectement, par l'interposition d'un filtre sur la buse d'un aspirateur de faible puissance, pendant environ 10-15 minutes (Fig. 8).

L'analyse des filtres utilisés, substitués et collectés en ordre (Fig. 9-10), permet d'élaborer des cartes de la répartition des particules (Fig. 11), d'établir des corrélations avec les campagnes précédentes et d'émettre des hypothèses sur les raisons possibles de l'accumulation de matière particulaire (flux d'air provenant des portes ou des fenêtres, mouvements de convection provenant du système de climatisation, des visiteurs). En plus de cela, la vérification des données de l'inventaire et une documentation graphique et photographique ponctuelle doivent également être ajoutées, car elles ne conservent pas seulement la mémoire de tout dommage « accidentel » mais aussi de toute autre condition d'intérêt, telle que des dépôts cohérents et incohérents, des ondulations et des déformations, des supports non cousus, des chaînes desserrées, la localisation des zones usées,



*Fig. 7*  
Entretien périodique dans  
la galerie des Tapisseries.  
(© Governatorato SCV –  
Direzioe dei Musei)

*Fig. 8*  
Méthodologie  
d'intervention : détail.  
(© Governatorato SCV –  
Direzioe dei Musei)



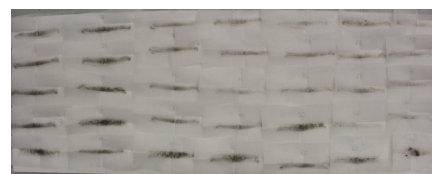
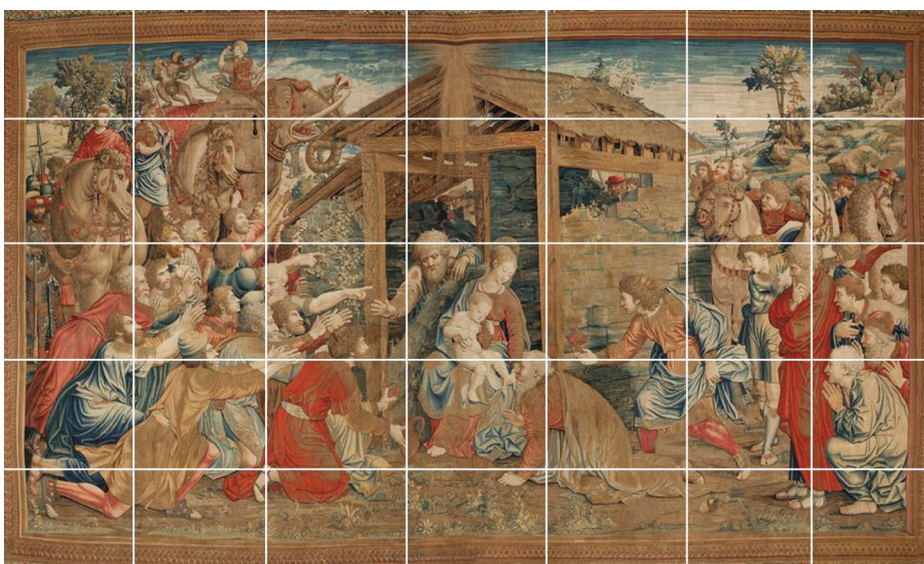
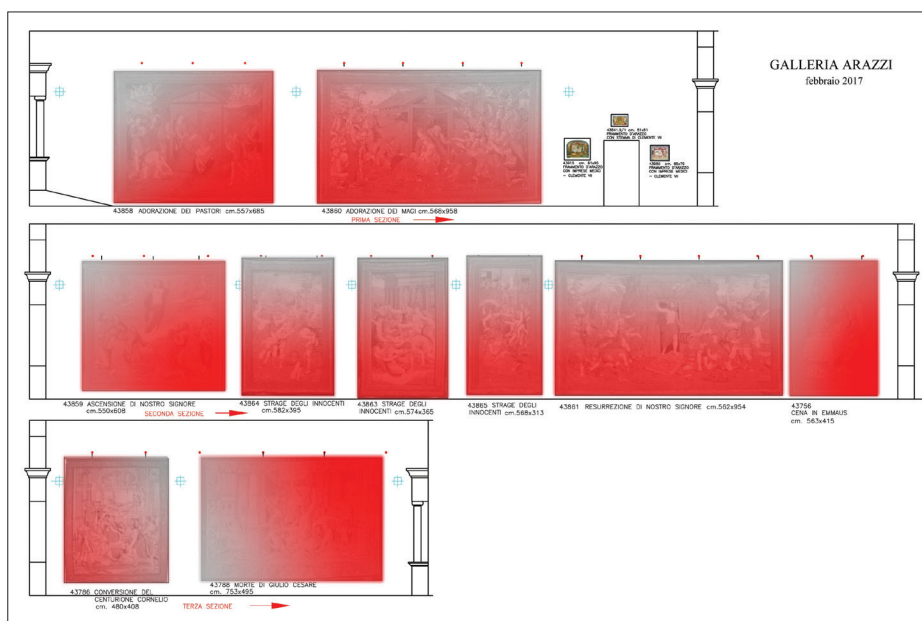


Fig. 9-10  
Division virtuelle de la surface de la tapisserie en petites zones. Détail des filtres avant analyse. (© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)

Fig. 11  
Carte générale de la distribution des particules. (© Governatorato SCV – Direzione dei Musei)



des lacunes, des décolorations (Fig. 12).

Grâce aux études de cas désormais substantiels, les Musées du Vatican ont décidé de procéder une fois par an au dépoussiérage des tapisseries et, avec la méthodologie décrite ci-dessus et toutes les précautions nécessaires, prendre en compte ce délai est suffisant pour la bonne conservation des œuvres et présente un rapport coûts-bénéfices optimal.

## Conclusion

En 2008, les Musées du Vatican ont créé un Bureau de conservation préventive, qui assure la mise en œuvre d'opérations d'entretien régulières consacrées à la conservation d'immenses bâtiments du patrimoine, de



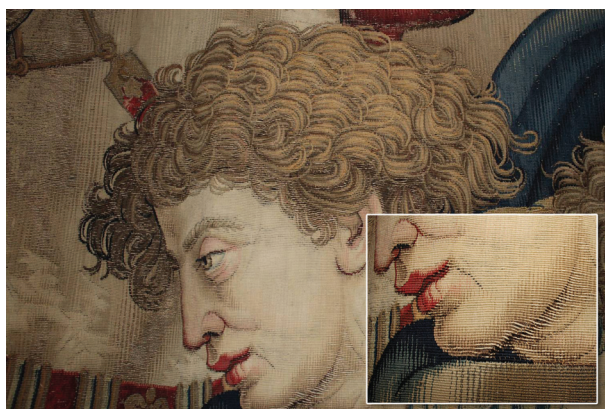


Fig. 12  
Documentation sur l'état de la  
conservation : détail d'une zone faible.  
(© Governatorato SCV – Direzione dei  
Musei)

## Notes

[1] L'entretien périodique de la chapelle Sixtine était encadré par celui de la chapelle Pauline et de la salle Royale adjacentes : les opérations incluaient l'élimination des accumulations de poussière et de fumée sur les murs, avec le plus grand soin possible (« ...a pulveribus et aliis immunditiis prefatis mundare et a mundatis tenere omni cum diligentia... ») [Motu proprio 1543].

[2] « Le Bureau du conservateur en accord avec la direction, les départements et les laboratoires, élabore et met en œuvre des stratégies visant à prévenir les risques de détérioration pouvant affecter les œuvres et monuments confiés à la direction et aux protocoles nécessaires à une conservation optimale après restauration. 2) Il analyse les facteurs environnementaux et structurels pouvant générer des risques pour la conservation des collections, y compris dans les cas où les œuvres sont exposées de manière permanente ou temporaire au public, ou sont conservées dans des zones de stockage ou déplacées, en indiquant les mesures nécessaires pour atteindre les conditions optimales pour la conservation et l'exposition. 3) Cela fonctionne avec les départements compétents et encourage l'assistance technique et les indications spécifiques dans le choix des matériaux, des structures d'exposition, des équipements et des systèmes en relation avec la conservation des collections et des monuments. 4) Un conservateur diplômé en sciences est affecté à l'Office ». [Regolamento, 2009]. Le Bureau du conservateur des Musées du Vatican est en réalité l'équivalent des départements de la Conservation préventive établis dans d'autres musées européens.

[3] Le Bureau du conservateur est confié à Vittoria Cimino, responsable et coordinatrice, assistée par Marco Maggi, premier assistant, et Alessandro Barbaresi. L'équipe a récemment été renforcée par un architecte, Matteo Mucciantè.

[4] Ce dernier mode permet de détecter et de communiquer en temps réel tout écart de comportement remarquable, afin de mener à bien les opérations d'entretien nécessaires. Toutes les données sont conservées dans la base de données du Bureau et transformées en tableaux permettant d'étudier les situations individuelles et leur évolution dans le temps.

zones archéologiques, d'intérieurs historiques et d'œuvres d'art de toutes les époques, origines et matériaux.

Le nouveau modèle de conservation intégré et durable, qui est expérimenté avec succès, est un système à plusieurs voies dans lequel, parallèlement aux activités traditionnelles de restauration, la régie des zones d'exposition, la prévention des conditions de risque et les programmes d'entretien programmés coexistent et interagissent efficacement. L'attention et les ressources sont consacrées à la révision constante et systématique des pièces du patrimoine exposées, à la réparation rapide des dommages mineurs causés par l'usure, et par les effets de la pression anthropique. L'objectif est de préserver les collections tout en garantissant propriété et plaisir.

[5] Depuis 2010, CROMA, une entreprise composée de conservateurs-restaurateurs qualifiés a toujours été retenue pour l'attribution du marché. cromasrl.2017@gmail.com

## Références bibliographiques

CIMINO V., 2017. *The Conservation of the Vatican Museums. A Ten-year Project Completed*. Préface de B. Jatta. Cité du Vatican-Turin : Edizioni Musei Vaticani-Allemandi.

DE GUICHEN G., 2005. «Conservazione preventiva : una nuova mentalità». In : Lega, A. M., *Gestione e cura delle collezioni*. Florence : Phase.

ICOM - International Council of Museums, 2004. *Code of Ethics for Museums*, révisé par la 21<sup>e</sup> Assemblée générale de la réunion du ICOM à Seoul (République de Corée) le 8 octobre 2004.

MIBACT - Ministero per i Beni e le Attività Culturali, 2001. *Guidelines to the scientific-technical criteria and operational standards of museums*. Décret ministériel, 10 mai 2001.

Motu proprio « Ad pulcherrimas picturas », par Paul III Farnèse, 26 octobre 1543. Archivio Storico Vaticano (ASV) : Arm. XXIX, t. 106, f<sup>os</sup> 175v<sup>o</sup>-176r<sup>o</sup>.

PAOLUCCI A., 2009. « Diamoci una spolverata. Il direttore Paolucci spiega l'innovativo progetto di pulitura di 5mila sculture dei Musei Vaticani. Diventerà permanente : un esempio per i musei italiani ». *Il Giornale dell'Arte* 290.

PAOLUCCI A., 2012. « Per restare esemplari. Programmi di conservazione preventiva e manutenzione dei Musei Vaticani ». *L'Osservatore Romano*, 15 mars 2012.

*Regolamento della Direzione dei Musei*, 2009. Cité du Vatican, 24 septembre 2009.

URBANI G., 1973. *Problemi di Conservazione*. Bologne : Compositori.

URBANI G., 1976. In : Istituto Centrale del Restauro, *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria. Progetto esecutivo*. Rome : Tecneco.

URBANI G., 2000. *Intorno al restauro*. Milan : Skira.

ZANARDI B., 2009. *Il restauro, Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*. Milan : Skira.

# L'entretien des collections du château de Versailles : un exemple particulier, les collections textiles présentes et à venir

## Résumé

Le musée national des châteaux de Versailles et de Trianon a confié depuis une quinzaine d'années une mission hebdomadaire de dépoussiérage de ses textiles patrimoniaux à une équipe de huit prestataires extérieurs, diplômés d'un master en conservation-restauration. Garnitures de sièges et de lits, tapisseries, tapis sont ainsi traités régulièrement. Outre le dépoussiérage, c'est aussi un suivi et une surveillance des textiles qui peut se dérouler grâce à ce regard expert et fréquent. En plus du travail de dépoussiérage, chaque membre de l'équipe, ayant la compétence et l'expérience nécessaires, est en mesure de rédiger un constat d'état des textiles, d'établir un diagnostic, d'informer les conservateurs responsables de la collection des pièces qui doivent faire l'objet d'un traitement de conservation curative ou de restauration, en rédigeant des préconisations.

Une organisation et une méthodologie spécifiques ont été mises en place au fil des années en concertation étroite avec la Conservation et en lien avec l'administration du château.

La mise en place de crêpeline de soie ou de tulle de nylon sur les garnitures des sièges pour les protéger de la poussière est un exemple parmi d'autres des différentes actions menées au château.

## Mots clés

Restauratrices diplômées, textile, entretien, protection, crêpeline, tulle, sensibilisation du personnel, micro-aspiration, conservation préventive, poussière.

**L**a lutte contre l'empoussièrlement des espaces, des décors et des œuvres est un enjeu considérable auquel la Conservation du château de Versailles est confrontée de façon de plus en plus aiguë : la difficulté tient à la superficie des espaces à entretenir, à la quantité et à la fragilité des œuvres, à leur présentation le plus souvent hors vitrine et parfois encore sous housses plastiques, à la fréquentation massive du site, notamment dans le parcours du grand circuit, à la généralisation des campagnes de travaux lourds dans le château dans le cadre du schéma directeur, à un climat de plus en plus sec qui favorise la diffusion de la poussière du parc.

Les objectifs sont doubles : assurer la conservation des œuvres que la poussière, encrassant toutes les surfaces, endommage sur le long terme par ses agents chimiques, et assurer au visiteur une présentation agréable à l'œil qui témoigne d'un entretien quotidien de qualité. Or, ces deux objectifs sont

## Élisabeth Caude

Conservateur général du patrimoine, responsable général des collections Mobilier Objets d'art, château de Versailles  
elisabeth.caude@chateauversailles.fr

## Thalia Bajon-Bouزيد

Restauratrice du Patrimoine, Conservation-restauration de textiles anciens et modernes  
thbajonbouزيد@gmail.com

en soi contradictoires : plus la micro-aspiration est fréquente pour répondre à ces deux buts, plus, en même temps, l'on fragilise l'œuvre par un frottement trop régulier, même avec un geste professionnel et contrôlé.

La gestion d'un tel site implique donc de réussir à concilier une fréquentation extrême avec des préoccupations patrimoniales, mais cette démarche de prise en compte de l'environnement est, il faut l'avouer, relativement récente. De nombreuses actions ont d'ores et déjà été menées pour gérer par exemple la lumière afin de concilier accueil et circulation du public, tout en réduisant la lumière pour préserver les étoffes fragiles, avec maintien d'un niveau d'éclairage correct. Afin de proscrire la lumière naturelle, ont été proposées des solutions comme la pose de stores permettant de la filtrer, voire de rideaux de soie unis qu'il faut veiller à maintenir fermés ; quant aux filtres anti-UV des vitres extérieures, ils doivent être changés régulièrement.

L'ouverture trop fréquente des fenêtres, pendant la période estivale pour éviter les malaises dus à l'extrême fréquentation, a pour conséquence l'entrée importante de poussières (sable blanc entourant le château) et d'insectes, voire d'oiseaux. Les travaux du schéma directeur avec leur première tranche sur le Grand Appartement sud ont justement pour objectifs de pallier ces risques. Toutefois il faut bien reconnaître que les divers travaux menés en de nombreux lieux du château, et de façon concomitante, ainsi que l'entretien des bâtiments (installations électriques, chauffage) et des sols, sont une autre source importante d'empoussièrement des collections.

### **Politique d'une micro-aspiration organisée**

Conscient de ce double enjeu, le château a pris vite la mesure que le personnel interne ne pouvait répondre à ces objectifs et qu'il fallait confier cette action d'entretien et de veille à des restauratrices textiles à qui reviendrait la mission de micro-aspiration. Même l'atelier de tapisserie, absorbé par les tâches de garnissage et de tapisserie, ne pouvait assumer ce rôle. L'entretien des textiles patrimoniaux au château de Versailles a donc commencé en 2000, à l'initiative de Pierre Arizzoli-Clémentel, alors directeur du musée (1996-2009), pour assurer le suivi et l'entretien des collections et pour supprimer progressivement les housses en plastique qui recouvraient les textiles de mobilier. Il souhaitait confier le dépoussiérage du mobilier garni à des spécialistes, capables d'adopter des gestes de conservation vis-à-vis des étoffes anciennes ou retissées, s'appuyant ainsi sur son expérience de nombreuses années au musée des Tissus de Lyon.

Dès le départ, le principe est défini en confiant la tâche à une restauratrice diplômée de l'Institut français de restauration des œuvres d'art, actuel Institut national du patrimoine, département des restaurateurs, assistée d'un tapissier de formation. Tous deux interviennent tous les lundis, jour de fermeture au château. Ne sont concernées que les collections exposées sur les circuits de visite, et seulement les œuvres des collections. Certains espaces accessibles aux visites conférences peuvent être dépoussiérés après vérification de leur utilisation un autre jour de la semaine.

### **Évolution du cadre d'intervention depuis 2000**

Exercée par une seule restauratrice en 2000, la fonction est renforcée en 2002 par une seconde restauratrice, assistée d'une collègue restauratrice – toutes deux sortent de l'IFROA. Elles conservent ce rythme hebdomadaire.

À partir de 2006-2007, avec la mise en place du nouveau code des marchés publics, ce travail fait l'objet d'accords-cadres, alors que précédemment les interventions se faisaient sur devis.

Une équipe élargie, composée de six restauratrices diplômées, remporte le marché et forme un groupement avec une mandataire. En 2009, au moment du renouvellement du premier marché, le nombre de restauratrices était identique et est devenu le groupement Vrinat. En 2012, une septième restauratrice rejoint le groupement. La reconduction du marché en 2017 compte huit restauratrices diplômées dont une mandataire, interlocuteur privilégié de la personne publique, chargée des relations techniques et administratives avec le château de Versailles. Ses principaux interlocuteurs sont les conservateurs Mobilier et Objets d'art, notamment le responsable général et les agents du service des Marchés ou du service d'Accueil et de Surveillance. Elle assure le rôle de coordinateur auprès de l'équipe et organise l'exécution des prestations. L'équipe garantit la présence d'une à quatre restauratrices chaque lundi en fonction des opérations planifiées, à l'exception des lundis fériés.

Le diplôme des intervenants est une exigence forte, qu'il s'agisse de celui de l'Institut national du patrimoine et son département des restaurateurs (ancien IFROA) ou de celui du Master de conservation-restauration des biens culturels de Paris I Panthéon-Sorbonne.

La forme administrative des prestations a donc évolué dans le temps : de devis d'interventions annuelles (2000-2006), il passe à un marché à forfait (mai 2007-mai 2009, août 2009-août 2012, et août 2012-août 2016, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> marchés, groupement Vrinat). À partir de mars 2017, le quatrième marché allie les deux formules, à forfait et à bons de commande, afin de gagner en souplesse et de répondre aux impératifs accrus d'espaces où intervenir.

Les marchés ont évolué aussi en fonction de l'évolution de la muséographie et de l'accroissement considérable de la fréquentation. La micro-aspiration n'est pas la seule intervention. La tâche s'accompagne d'une veille et d'un rôle d'alerte sur l'état des collections textiles, plus généralement d'une mission d'échanges en matière de conservation préventive. Ces aspects se concrétisent par des contacts avec la Conservation, un dialogue et la remise de documents, bilans et rapports.

Le périmètre géographique a aussi varié durant ses vingt ans en fonction, il faut bien le reconnaître, des moyens financiers affectés aux marchés. De 2000 à 2006, les lieux concernés sont les grands et petits appartements du Roi et de la Reine, les appartements du Dauphin et de la Dauphine, ceux de Mesdames, de Mme de Pompadour, de Napoléon au Grand Trianon et de Marie-Antoinette au Petit Trianon. Lors de la période suivante, il est demandé de veiller par niveau : au rez-de-chaussée, les appartements de Mesdames, du Dauphin, de la Dauphine, de la Reine et les salles du Premier Empire,

au premier, les grands appartements du Roi et de la Reine, l'appartement intérieur du Roi, les cabinets intérieurs du Roi et de la Reine ainsi que la galerie des Batailles, au deuxième étage, les petits cabinets de la Reine, les Attiques. Sont incorporés à ce périmètre demandé les salles des Croisades, les salles du <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècle ainsi que les appartements de Mme de Pompadour, de Mme Du Barry et Maurepas, sans oublier les Grand et Petit Trianon. Une certaine latitude est laissée en fonction des urgences. De 2009 à 2012, le périmètre est identique mais s'accroît des œuvres entrées dans les collections et du remeublement du Petit Trianon. La tranche suivante, pour des raisons budgétaires, restreint le périmètre aux espaces des grands appartements du Roi et de la Reine et de l'appartement intérieur. Le marché de 2017 choisit d'élargir le périmètre et propose une rotation sur tous les espaces ouverts à la visite – grands circuits et visites conférences –, aussi bien au château qu'aux Trianons. Le nombre obligatoire de passages est prédéfini par espace. Mais le constat d'empoussièrement amène à décider de passages supplémentaires.

En termes de jours d'interventions, le travail en 2003 exige 48 journées, en 2007-2009 il passe à 102 journées puis redescend à 90 journées sur la période suivante, 2009-2012. Le marché de 2017 compte 81 journées pour la partie forfaitaire auxquelles s'ajoutent toutes les interventions ponctuelles passées sur bons de commande.

### **Caractéristiques du marché en cours**

En 2017 un nouveau marché a été passé et le groupement Vrinat étoffé d'une restauratrice supplémentaire a, à nouveau, remporté l'appel d'offre, permettant ainsi grâce à sa présence sur plusieurs années une vision d'évolution sur le long terme. Le marché 2017 a pour principe, en tirant parti des bilans précédents, d'inclure tous les espaces visitables selon une rotation prédéfinie qui s'inscrit dans une partie forfaitaire. Ce plan de travail permet de s'assurer de passages par an, allant de 53 pour certains espaces du Grand Appartement à deux ou trois pour des appartements accessibles sur visites conférences. Le Grand et Petit Trianon sont compris dans cette démarche. En plus de cette base forfaitaire, une partie du marché est placée sous le régime du bon de commande permettant de s'adapter au plus près des besoins, cette modulation garantissant de faire face à des urgences et des empoussièrement excessifs. Des réunions régulières entre la Conservation et le groupement permettent d'affiner une stratégie qui bénéficie de l'expérience sur le long terme et des rapports annuels. Désormais ces bilans sont en effet annuels et non plus sur la période du marché et plusieurs documents les accompagnent – comptes rendus des observations sur l'état des collections et préconisations en matière de conservation préventive : transmission de constatation de déchirures de textiles, de démarrage d'infestation ou de renouvellement des poses de protection tulle ou soie.

Pour la première fois, le marché aborde des chantiers lourds de micro-aspiration, en incluant les lits, impériales, rideaux de lit et tentures, sur la base d'une intervention annuelle, ce qui demande une mise en œuvre complexe,





*Fig. 1 à 3*  
Exemples d'éléments de  
mobilier/textile présents  
dans les collections du  
château. (© Groupement  
Vrinat)



du fait des contraintes liées au travail en hauteur. Les restauratrices disposent de leur propre échafaudage dont elles assurent le montage et démontage. Les textiles de restitutions sont aussi concernés. Par ailleurs, la formation au montage et au travail sur échafaudages que le groupement a suivie permet désormais de dépoussiérer les parties hautes des lits, tapisseries et rideaux ainsi que les tentures murales (Fig. 9). Faute enfin d'autres intervenants possibles, les banquettes Louis-Philippe de velours affectés au public sont pour le moment intégrées.



*Fig. 4*  
Détail de l'impériale de la chambre de la Reine en cours de dépoussiérage.  
(© Groupement Vrinat)



*Fig. 5*  
Tests pour la protection des tissus fragiles avec une couverture de crêpeline ou de tulle. (© Groupement Vrinat)

### **Missions : dépoussiérage, surveillance et suivi des textiles et conservation préventive**

La mission de l'équipe de restauratrices pour ce marché d'entretien des collections textiles recouvre toutes les pièces du château où sont conservés des textiles. L'aile de Trianon-sous-Bois a été ajoutée. Le corpus d'éléments textiles à considérer est constitué des courtelines et rideaux des lits, des écrans de cheminée et paravents, des garnitures de fauteuils, de chaises, de canapés, de pliants ainsi que des tapis de la Savonnerie et de tapisseries (Fig. 1 à 3). Il peut s'agir de tissus originaux mais la plupart des textiles garnissant du mobilier original sont des retissages anciens ou des reconstitutions muséales modernes. L'analyse de leur valeur esthétique, patrimoniale et financière amène à les prendre en compte comme s'il s'agissait de textiles historiques anciens.

Un dépoussiérage systématique de tous les tissus sans observation préalable de leur état d'empoussièrement et de conservation risque d'engendrer des dommages. Il a paru impératif d'adapter non seulement la fréquence des passages, mais aussi le matériel de dépoussiérage en fonction des différents textiles de mobilier et de leur état de conservation : soies façonnées, velours, tapis de laine, tapisseries... en volume, suspendus, à plat... (Fig. 4). Dans ce but, sont utilisés des aspirateurs professionnels, munis de variateurs de puissance et de filtres HEPA (filtration absolue), des accessoires adaptés à chaque typologie d'objet, selon leur état de dégradation et leurs restaurations éventuelles. La nature des poussières, particules fines en suspension ou fibres longues véhiculées par les visiteurs, est également prise en compte pour le choix du matériel de dépoussiérage.

Depuis 2000, un rythme de passage idéal a pu être établi grâce à l'expérience de l'équipe – si certains espaces s'empoussièrent rapidement, d'autres le sont beaucoup moins. Cette variation dépend de la fréquentation des lieux par le public, des événements programmés dans les trois différents sites (expositions, travaux, tournages...) ; l'empoussièrement dépend aussi des flux d'air et des mesures de conservation préventives plus ou moins bien respectées (fermeture des portes et/ou fenêtres, port des sur-chaussures lors des passages



	Tulle de nylon	Crêpeline de soie
Protection contre la poussière	-	+
Protection contre les frottements	-	+
Discrétion	+	-
Résistance du matériau	+	-
Facilité d'époussetage	+	-

*Fig. 6*  
Tableau récapitulatif des tests effectués.  
(© Groupement Vrinat)

*Fig. 7*  
Traces de pas sur l'estrade du salon de Mercure.  
(© Groupement Vrinat)



sur les tapis, mise à distance du public, passages de la cireuse...) (Fig. 7). La fragilité des textiles détermine aussi la fréquence des passages. À titre d'exemples, les espaces dépoussiérés les plus fréquemment sont (sans surprise) la galerie des Glaces, le Grand Couvert, le grand appartement du Roi... À l'inverse, d'autres espaces ne font l'objet que d'un passage annuel comme les Attiques Midi et Nord peu ouverts au public, ils sont moins empoussiérés ; il en va de même pour les

interventions nécessitant un échafaudage comme les impériales, le haut des rideaux des lits et les tapisseries.

Les compétences et le travail régulier du groupement auprès des collections textiles exposées ont permis de développer une mission de conseils en conservation préventive. C'est ainsi que sont signalées directement à la Conservation, au fur et à mesure, toutes les observations de dégradations remarquées sur un textile ou de mauvaises conditions de conservation. Quelques conseils d'installations peuvent permettre d'aider à réduire les facteurs favorisant l'empoussièrisme des œuvres. Il suffit en effet de rehausser les tapisseries pour en protéger la partie basse et protéger les bords de tous les tapis avec des structures en bois, sorte de pupitre ou plan incliné permettant de rehausser la bordure du côté du public, limitant ainsi les dépôts de poussières lors du passage du balai, les dépôts de cire et dissuadant les visiteurs ou les guides d'y poser le pied.

Autre action préventive, pour limiter l'agression de la poussière sur des textiles très précieux, historiquement de grande valeur ou déjà fortement endommagés, la mise en place de crêpelines<sup>1</sup> de soie sur les garnitures des sièges pour les protéger de la poussière, en remplacement des films plastiques qui étaient

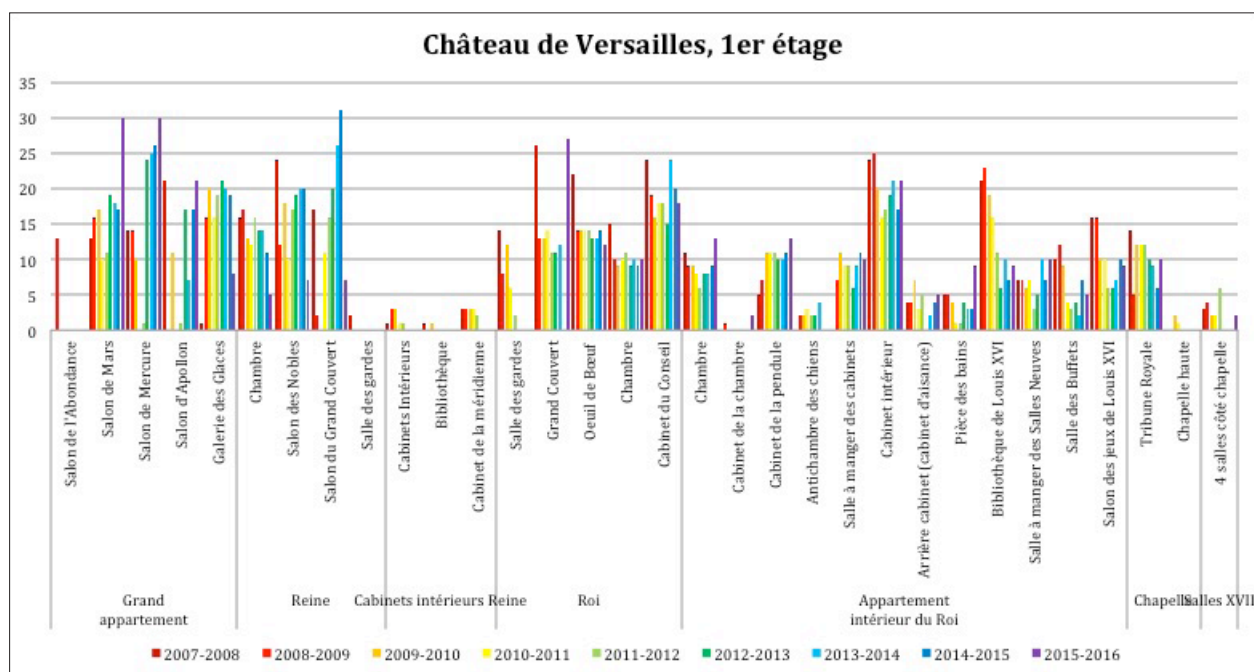


Fig. 8  
Diagramme représentant  
le nombre de passage par  
espace. (© Groupement  
Vrinat)

utilisés jusqu'alors au château. Le marché établi en 2010, et à nouveau attribué en juin 2014 pour une période prévue jusqu'en 2018, donne un cadre à ces interventions. La pérennité de la mission permet de juger de la pertinence de ce traitement à moyen et long termes, sur plusieurs années. Ont ainsi été réalisés des tests durant trois mois en 2013 en plaçant un tulle<sup>2</sup> et une crêpeline sur des pliants du salon d'Apollon, le long du parcours visiteurs (Fig. 5). En conclusion, il a été retenu que la crêpeline de soie protège mieux le textile d'un empoussièrément important, même si elle le voile davantage. Elle semble plus appropriée pour du mobilier dépoussiéré épisodiquement. Le tulle en revanche laisse passer plus de poussière, mais est plus discret, en particulier pour les surfaces horizontales, et permet un dépoussiérage plus aisé. Il est donc plus adapté dans le cas de mobilier dépoussiéré régulièrement (Fig. 6).

Pour lutter contre les infestations dues aux insectes et aux mites, sont préconisés un dépoussiérage approfondi deux ou trois fois par an et une surveillance des pièces suspectes. À l'encontre des rongeurs, des pièges sont posés. Sont aussi donnés des conseils concernant les manipulations et les déplacements des œuvres car des dégradations sont régulièrement constatées sur les œuvres textiles des châteaux : accrocs, tapisseries ou passementeries usées ou déchirées, traces de pas ou taches sur les tapis ou les garnitures. Il arrive que le groupement soit sollicité sur des chantiers de dépoussiérage avant la fermeture ou la réouverture de certains espaces, en lien en particulier avec les travaux du schéma directeur.

Il est souhaitable de former le personnel aux manipulations des textiles, en particulier de grands formats, aux systèmes facilitant la dépose et le raccrochage entre autres, des tapisseries, leur conditionnement à plat ou sur rouleau

sans formation de plis ou de tensions... Le personnel doit être en effet sensibilisé à la valeur patrimoniale des textiles.

Dès la constitution du premier groupement en 2007, l'objectif a été d'établir une communication fluide avec la Conservation et de favoriser une certaine efficacité pragmatique. Lors des précédents marchés, étaient laissés sur place des plans des différents espaces annotés. Ces notes (état de conservation des textiles, état d'empoussièrement d'un espace...) ont servi à établir des diagrammes représentant les fréquences de dépoussiérage des différents espaces suivant les années, les périodes recouvrant un marché... Ces graphiques ont par la suite aidé à rendre plus concrets les besoins du château et à réaliser un cahier des charges pour l'actuel marché (Fig. 8). À chaque fin de marché et désormais à chaque fin d'année, un rapport est remis à la Conservation reprenant les photographies des objets pour lesquels l'équipe a signalé un problème de conservation. Pour ces textiles, est établi un rapide constat d'état, assorti de préconisations pour l'amélioration de leurs conditions de conservation ou de suggestions de restauration. Ces documents servent à la préparation des outils de gestion de la Conservation et aux demandes budgétaires. En découlent souvent des restaurations [Vrinat *et al.*, 2015, p. 99].

S'il n'est pas le seul exemple au château de collections concernées par des campagnes de micro-aspiration – des démarches similaires sont menées à l'égard des collections de sculptures ou de peintures –, il figure parmi les plus délicats à mettre en œuvre. Pour plusieurs raisons. La spécificité des collections textiles impose la compétence, le geste et le regard des restaurateurs habilités de collections textiles. L'utilisation de plus en plus engagée du château le lundi pour de nouvelles activités – qu'il s'agisse d'opérations mécénat, des visites de groupes scolaires instituées depuis deux ans, de tournages ou, encore plus impactant, pour des manifestations politiques et diplomatiques avec pour corollaires des mesures de sécurité drastiques écartant toute cohabitation en matière d'intervention – impose au groupement une grande adaptabilité. Il doit aussi faire attention à respecter l'équilibre entre le plan de travail défini par la rotation et les passages supplémentaires engagés sur bons de commande. Tous ces aspects demandent un étroit dialogue avec la Conservation à l'occasion de points réguliers. Et ces actions indispensables à la sauvegarde des collections et à la qualité de leur présentation se traduisent par un fort engagement financier de l'Établissement.

Depuis 2017 ont été instituées des tournées de veille communes aux techniciens d'art des ateliers muséographiques du château en présence du conservateur responsable général des collections de Mobilier et Objets d'art. Elles



Fig. 9  
Dépoussiérage des lits et  
impériales sur échafaudage.  
(© Groupement Vrinat)



sont organisées topographiquement et leur bilan permet d'identifier les interventions à prévoir dans chaque atelier (ébénisterie, dorure, tapisserie) et leur degré d'urgence (petites interventions à prévoir ou interventions urgentes ou restaurations). Chaque tournée donne lieu à des documents topographiques et de synthèse (une fiche par salle enregistrant les observations émises par chacun des ateliers et une synthèse au regard de l'action par atelier et par priorité). Ces documents servent en partie à alimenter la programmation des ateliers.

L'engagement de la Conservation dans le programme EPICO va permettre de développer des actions concrètes, notamment au moment de la phase de mise en œuvre du programme (EPICO II). Les évaluations de conservation réalisées avec la méthode EPICO permettront de comparer l'importance de chaque cause d'altération – ici l'empoussièrement – et de concentrer les ressources sur les facteurs prioritaires dans le cadre du plan général de conservation préventive et en soutien de la programmation scientifique et culturelle du musée.

Des voies de réflexion doivent être ouvertes pour rendre plus efficace le chantier de micro-aspiration dévolu aux restauratrices textiles. La définition des protocoles d'intervention des entreprises en charge du ménage des espaces de circulation libre s'impose. L'appel à volontariat et la formation au geste de quelques agents du château motivés devraient être explorés, en même temps que la révision du matériel mis à leur disposition.

Il conviendrait que la Conservation puisse disposer d'un technicien de conservation préventive qui pourrait ainsi traiter certains types de collections et, dans le cas des collections textiles, des textiles restitués et des velours de banquettes, de valeur patrimoniale différente.

Par ailleurs le recours à des marchés d'entretien par type de collections, confiés à des restaurateurs spécialisés chacun dans leur domaine, doit être généralisé. D'une façon générale, une plus grande sensibilisation des agents d'accueil et de surveillance ainsi que des pompiers aux critères de conservation et aux manipulations des éléments d'architecture (porte, quincaillerie...) par le biais de formations dispensées par la Conservation permettrait de bien remettre au cœur des préoccupations de chacun la sauvegarde patrimoniale des collections et de leur environnement.

Or, c'est aussi en direction du public qu'il faut se tourner pour l'engager par des actions pédagogiques à prendre la mesure de sa responsabilité vis-à-vis des œuvres qu'il vient admirer : certes, il porte toujours un grand intérêt aux communications et reportages consacrés à la restauration des œuvres et aux travaux réalisés dans les coulisses des musées, mais il doit, au-delà, bien se rendre compte qu'il est lui-aussi acteur de la conservation pour les générations à venir.

#### Notes

- [1] Sorte de voile de soie transparent.
- [2] Tulle de nylon.

#### Référence bibliographique

VRINAT A. *et al.*, 2015. « Conservation-Restauration de la parure brodée du lit dit "de Louis XIV" », in HANS P.-X., *Le salon de Mercure, chambre de parade du Roi*. Cesson-Sévigné : Artlys, p. 99-103.

# Les stratégies de conservation pour les demeures historiques-musées fondées sur la prévention : le contexte brésilien

## Résumé

L'accès au public de demeures historiques-musées s'accompagne d'actions de conservation qui prennent en compte non seulement le bâtiment et son contenu mais également la relation entre les deux, assurant ainsi la transmission aux générations futures d'un maximum d'information venant du passé. Lorsqu'une demeure historique devient un musée, bien que son aspect soit préservé, sa fonction opère un changement et son usage une transformation. Ces modifications constituent un défi de taille pour sa gestion quotidienne, tant il est difficile de trouver le juste équilibre entre la conservation et l'accès au public. Fondé en 1930, le musée Casa de Rui Barbosa a été la première demeure historique-musée brésilienne, créée et administrée par le secteur public. La conservation conjointe du bâtiment historique et de ses collections a été guidée par un plan de conservation préventive depuis plus de dix ans. Cette démarche comprend différentes activités, parmi lesquelles l'inspection, le diagnostic et le contrôle, passant par ailleurs en revue les actions de conservation et intégrant étroitement le bâtiment, les collections, les jardins et les équipements techniques. En ce sens, l'élaboration de stratégies de conservation doit viser prioritairement à réduire les dégradations et les dommages auxquels le bâtiment et les collections sont exposés, tout en satisfaisant les visiteurs. Le Brésil, qui compte plus de 300 demeures historiques-musées, doit toutefois inscrire la conservation préventive dans la réalité. Cette intervention évoquera tant les limites que les perspectives quant à la mise en place d'une politique de conservation préventive des demeures historiques-musées brésiliennes, en se fondant sur l'expérience acquise par le plan de conservation préventive du musée Casa de Rui Barbosa, pour identifier les risques qui menacent la préservation conjointe des bâtiments et des objets, et élaborer des stratégies visant à réduire ces risques.

## Claudia S. Rodrigues de Carvalho

Architecte, Dsc, coordinateur du plan de conservation préventive, Fondation Casa de Rui Barbosa, Brésil  
crcarvalho@rb.gov.br  
www.casaruibarbosa.gov.br/conservacaopreventiva

## Mots clés

Musée Casa de Rui Barbosa, politiques en matière de conservation, gestion des risques, préservation conjointe.

**L**e musée Casa de Rui Barbosa, qui se trouve à Rio de Janeiro, est la première demeure historique-musée brésilienne : elle est ouverte au public depuis le 1<sup>er</sup> août 1930.

Construite en 1850, la demeure est un monument national. À la fin du XIX<sup>e</sup>-début du XX<sup>e</sup> siècle, l'éminent avocat, écrivain et homme d'État, Rui Barbosa, fut le dernier propriétaire des lieux. Né à Salvador le 5 novembre 1849, Rui Barbosa voyagea beaucoup pendant sa jeunesse et vécut à Buenos

Aires, à Paris et à Londres. Doté de qualités intellectuelles remarquables, il obtint son diplôme en droit en 1870. Rui Barbosa, cet homme en avance sur son temps qui se tourna vers la défense d'intérêts, le journalisme et la politique, n'exploita pas pleinement ses vertus civiques et son talent. Militant de la liberté, il prôna l'égalité, l'éthique et la culture.

Il fut le principal auteur de la première Constitution républicaine du Brésil. Il brigua le poste de président deux fois, mais sans succès. La première de ces campagnes pour la présidence s'appela « Civiliste », grande pionnière d'un soutien populaire en faveur de la démocratie au Brésil. Après cela, et jusqu'à présent, il est considéré comme un héros populaire. En 1907, Rui Barbosa participa également à la seconde conférence de La Haye sur la paix, représentant le Brésil en qualité d'ambassadeur extraordinaire et prenant position pour la souveraineté de tous les États au sein du système juridique international. À cette époque, ses talents d'homme public étaient reconnus à l'échelle internationale. En 1918, il reçut les insignes de grand officier de l'Ordre national de la Légion d'honneur du ministre français, Paul Claudel [Lacombe, 1984].

Sa vie personnelle fut marquée par son grand amour et son mariage avec Maria Augusta Viana Bandeira, avec laquelle il eut cinq enfants et forma une famille parfaite. Comme passe-temps, il aimait s'occuper de son jardin, aménager et décorer leur maison. Tout au long de sa vie, il rassembla une belle collection de peintures, de sculptures, de meubles et d'effets personnels, outre une bibliothèque qui renfermait 37 000 ouvrages.

À sa mort, le gouvernement brésilien fit l'acquisition de sa demeure et des collections de sa bibliothèque, permettant ainsi au public d'accéder à l'ensemble. Le musée Casa de Rui Barbosa accueille aujourd'hui près de 10 000 visiteurs par an. Disposant d'une collection variée qui comprend des livres, des archives, un musée, un bâtiment historique et des jardins, il fait partie intégrante d'un institut de recherche culturelle, rattaché au ministère de la Culture du Brésil : la Fondation Casa de Rui Barbosa<sup>1</sup>. Depuis 1998, la conservation conjointe du bâtiment historique, des jardins et de ses collections a été guidée par un plan de conservation préventive.

Cet article vise à présenter brièvement le plan de conservation préventive, la mise en œuvre de stratégies, leurs résultats, ainsi que les étapes de la planification en vue de développer une politique de conservation pour les demeures historiques-musées, dans le domaine de la conservation au Brésil.

### **Le site**

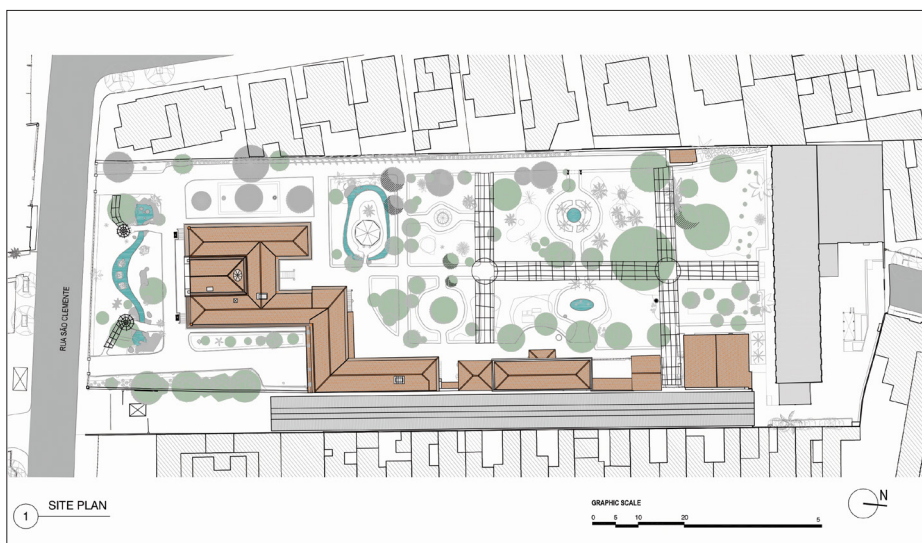
La demeure se situe dans le sud-est du pays, à Rio de Janeiro, la deuxième plus grande ville du Brésil, dans le quartier de Botafogo. Rio de Janeiro fascine par sa beauté naturelle. Sa topographie variée alterne de hauts escarpements, des collines, des vallées, des formations rocheuses, des lagons naturels, ainsi qu'une vaste forêt urbaine, le long de la baie de Guanabara.

À Rio de Janeiro, la température et l'humidité relative moyennes annuelles sont, respectivement, de 25 °C et de plus de 70 % : « D'après la



*Fig. 1*  
Musée Casa de Rui Barbosa.  
Façade principale.  
(© Fundação Casa de Rui  
Barbosa / Claudia Carvalho)

*Fig. 2*  
Musée Casa de Rui Barbosa.  
Plan du site. (© Fundação  
Casa de Rui Barbosa /  
Núcleo de Preservação  
Arquitetônica)



classification des climats de Köppen-Geiger, le climat général de Rio de Janeiro est un climat tropical de savane (Aw) [...]. Le climat saisonnier se distingue par ses températures et des précipitations : la période de novembre à avril constitue la saison très chaude et humide tandis que la période de mai à octobre correspond à la saison chaude et humide » [Maekawa *et al.*, 2015, p. 314].

Au XIX<sup>e</sup> siècle, la ville jouit d'une forte croissance urbaine. Le centre urbain commence à s'étendre vers le nord et le sud, puis au début du XX<sup>e</sup> siècle, la croissance urbaine atteindra la vallée de Botafogo, laquelle est reliée à la lagune de Rodrigo de Freitas. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, les familles aisées, les aristocrates et les riches marchands s'installent peu

à peu à Botafogo, le quartier où se situe la demeure, rue São Clemente.

Botafogo se développa le long de la rue São Clemente, l'une des plus grandes artères de la ville à cette époque. Alors que la ville opère sa transformation, Botafogo devient une zone résidentielle densément peuplée. La propriété de Rui Barbosa, qui se situe à seulement 600 mètres des rives de la baie de Guanabara, témoigne de la période à laquelle elle fut construite, et illustre les premières années de l'aménagement urbain au sud. Dans les années 1970, avec la dynamique de la croissance urbaine, les environs du musée sont fortement altérés, accélérant dès lors les processus de détérioration, principalement issue de la pollution atmosphérique, des vibrations, du rayonnement thermique et du faible drainage superficiel des sols.

### **Le bâtiment**

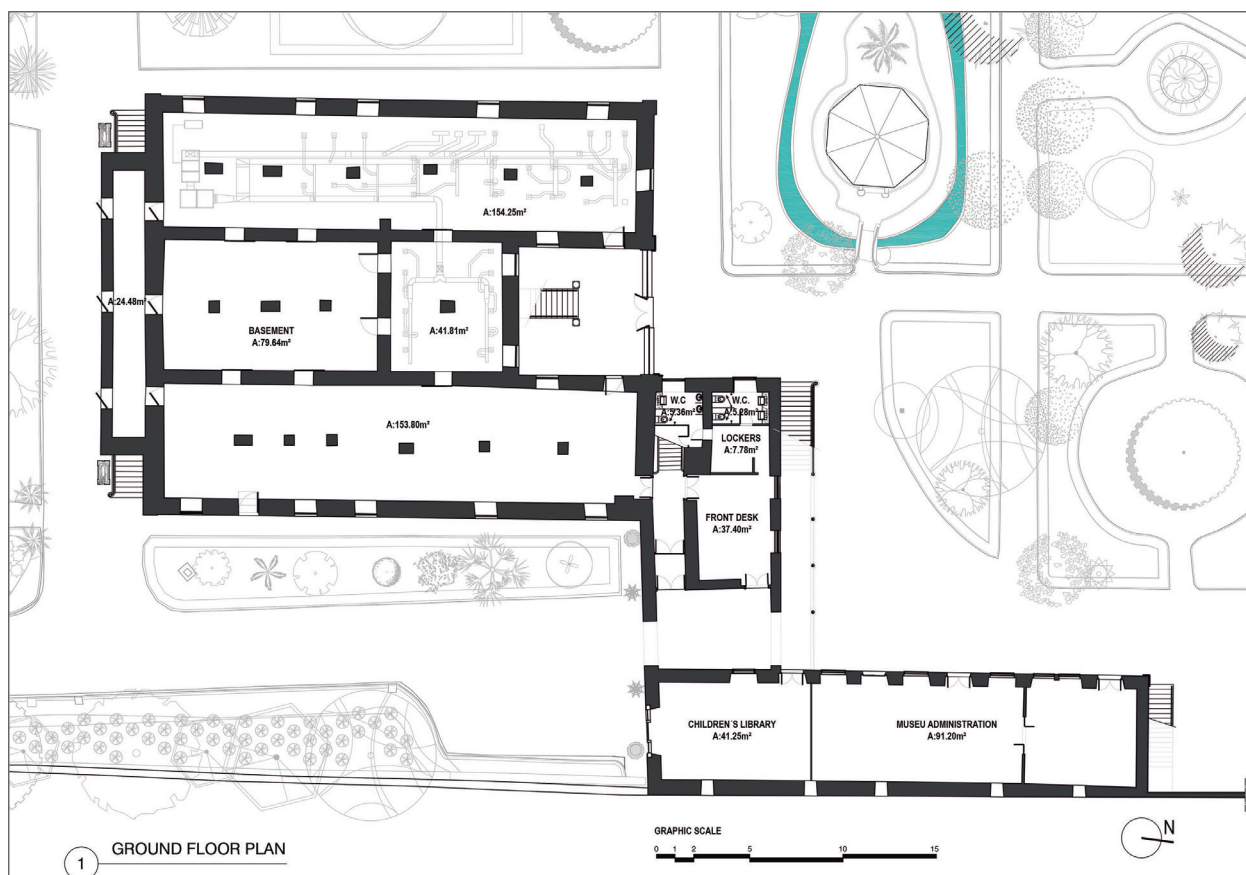
En 1850, Bernardo Casemiro de Freitas, un négociant portugais, fait construire le bâtiment original du musée. En 1893, Rui Barbosa fait l'acquisition de la maison et s'y installe avec sa famille de 1895 à 1923. La demeure illustre parfaitement les transformations architecturales introduites par l'arrivée de la Mission artistique française au Brésil, avec l'appui du souverain Jean VI de Portugal, en 1816. Elle symbolise la continuité des normes luso-brésiliennes en matière de construction, qui datent de l'époque coloniale, et l'introduction du style néoclassique, comme par exemple les frontons, les architraves, les arcs romains et les sculptures. Sa structure présente des solutions traditionnelles, telles que des murs autoportants extérieurs en briques solides, pierres et mortier, des panneaux de cloisonnement internes en latte et plâtre, une structure en bois et une toiture en tuiles françaises (Fig. 1).

Le volume se compose de deux corps, l'un en forme de U et l'autre en forme de L, en alignement avec la partie gauche du terrain. Les fondations du corps en forme de U, qui sont élevées, permettent d'isoler les espaces occupés de l'humidité du sol. Entouré de 6 000 mètres carrés de jardins, le bâtiment couvre une surface de près de 2 000 m<sup>2</sup> (Fig. 2).

Les jardins font actuellement partie des rares espaces verts de Botafogo. Inspirés par les jardins romantiques du paysagiste français Auguste Glazou, ces jardins privés présentent un intérêt sur les plans historique et artistique. Le jardin de devant, plus raffiné, rehausse la majesté et la grandeur de la demeure tandis que le jardin de derrière, qui dégage une atmosphère chaleureuse, présente une structure en métal et en bois recouverte de vignes. De plus, ce dernier est agrémenté de nombreux arbres fruitiers et de diverses espèces de fleurs, parmi lesquelles les roses qu'appréciait particulièrement Rui Barbosa.

Outre la préservation de la mémoire de Rui Barbosa, la demeure historique-musée reflète le style de vie des classes urbaines supérieures au XIX<sup>e</sup> siècle. L'intérieur suit la disposition classique de l'époque. La partie frontale de la maison accueille les salons où se déroulait la vie sociale tandis que les appartements privés se situent à l'arrière (Fig. 3 et 4).



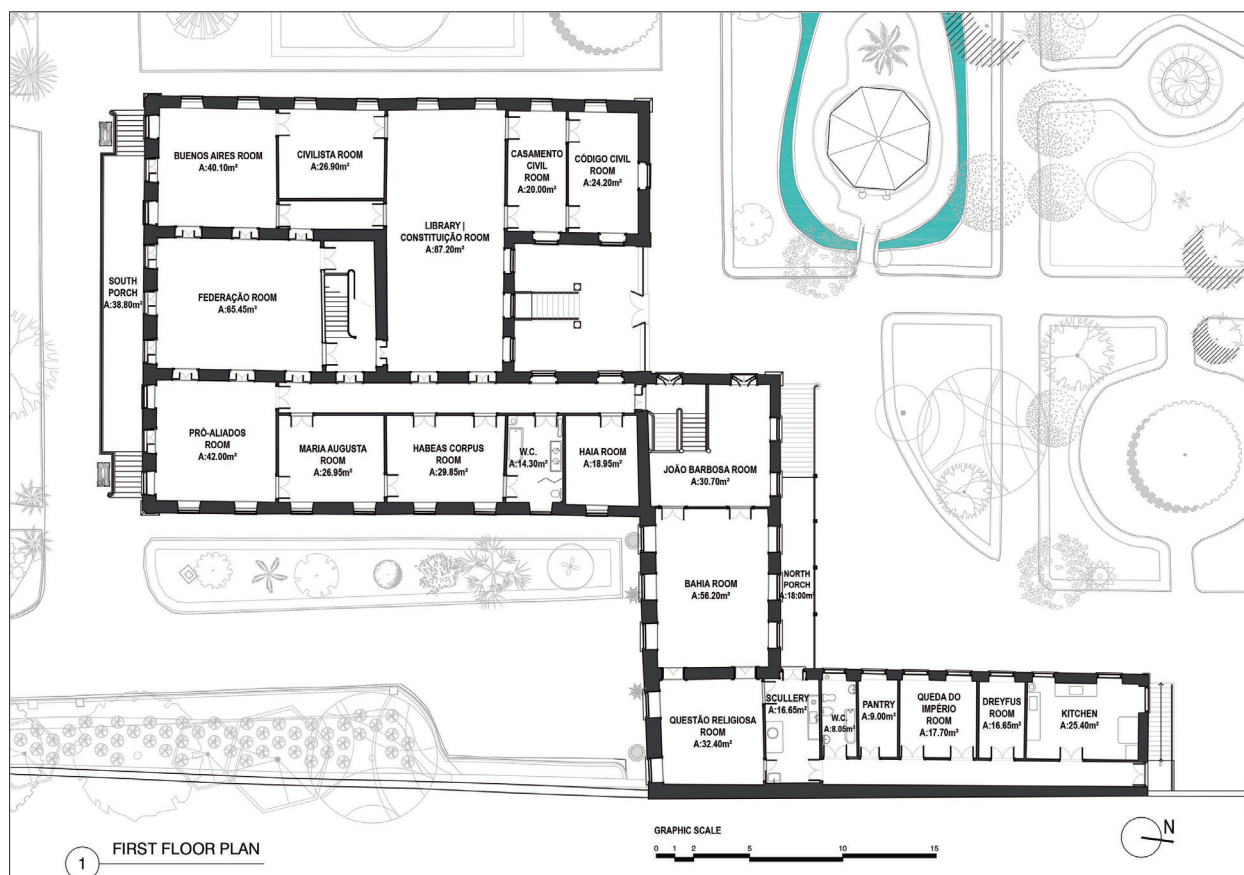


La décoration se compose de garnitures en stuc, de papiers peints, de tuiles hydrauliques et d'éléments en fonte. Les pièces les plus nobles de la demeure se logent aux étages supérieurs. L'aile des services comprend, quant à elle, la cuisine, des toilettes et les chambres des domestiques. Le « cœur » du musée n'est autre que la bibliothèque, qui se trouve encore aujourd'hui à son emplacement d'origine (Fig. 5).

### Plan de conservation préventive

Après avoir ouvert ses portes au public, deux interventions majeures ont été entreprises, la première dans les années 1970 et la seconde à la fin des années 1980. À la fin des années 1990, les actions de conservation cherchent à intégrer la demeure historique et les collections. La prévention a alors été envisagée comme un moyen d'atténuer les processus de dégradation, en évitant toute intervention invasive et en assurant leur transmission aux générations futures, de façon durable. Le plan de conservation préventive a consolidé ce patrimoine. Ce plan cherche à identifier les causes de détérioration à travers des actions de contrôle, d'inspection et d'étude, et à adopter des stratégies d'atténuation, afin d'éviter des interventions d'urgence. Les premières actions avaient pour objectif de réduire l'humidité provenant des toits et de contrôler la biodétérioration, en luttant activement contre

*Fig. 3*  
Musée Casa de Rui Barbosa.  
Plan du rez-de-chaussée.  
(© Fundação Casa de  
Rui Barbosa / Núcleo de  
Preservação Arquitetônica)



*Fig. 4*  
Musée Casa de Rui Barbosa.  
Plan du premier étage.  
(© Fundação Casa de  
Rui Barbosa / Núcleo de  
Preservação Arquitetônica)

*Fig. 5*  
Bibliothèque de Rui  
Barbosa. (© Fundação Casa  
de Rui Barbosa / Claudia  
Carvalho)





l'invasion de termites. Le système de drainage du jardin a ensuite été rénové, ainsi que les fenêtres extérieures.

L'environnement intérieur du musée est adouci par l'importante masse thermique du bâtiment, la ventilation et l'éclairage naturels. La collection de livres a souffert des grandes différences de température et d'humidité, de la biodétérioration et de la pollution de l'air. La bonne préservation environnementale de la bibliothèque constituait un point essentiel du plan, sans oublier la conservation du bâtiment historique et le confort des visiteurs. Le contrôle de l'environnement relevait d'une stratégie fondamentale pour la conservation du bâtiment et des collections [Cassar, 1995].

La première étape a consisté à contrôler l'environnement dans son ensemble et à évaluer l'état de conservation, afin de documenter les conditions de l'enveloppe du bâtiment, l'intérieur historique et le diagnostic des collections. La perspective adoptée reflète les relations complexes entre la sensibilité des collections, les performances des bâtiments et les effets de différents facteurs sur la collection, tels que l'édifice lui-même, l'environnement, son utilisation, les pratiques et les politiques en matière de gestion, d'exploitation et de fréquentation [Dardes *et al.*, 1998].

Les résultats de cette évaluation ont montré que l'eau était le facteur majeur de détérioration auquel nous devons faire face, en raison des conditions climatiques, tropicales et humides. Le plan de conservation préventive visait principalement à lutter contre l'humidité provenant des sols et des couvertures, à contrôler le climat, à définir une stratégie de conservation pour les surfaces architecturales, et à mettre en œuvre un processus continu de documentation des interventions et un contrôle des performances correspondantes. Depuis 2005, le plan de conservation préventive a mis au point des stratégies fondées sur la recherche<sup>2</sup>.

Le projet visant à contrôler le climat de la bibliothèque de Rui Barbosa a constitué une étape significative de cette approche. Celui-ci a été entrepris en 2004 puis développé par le Getty Conservation Institute (GCI) et la Casa de Rui Barbosa (FCRB), avec pour objectif d'améliorer les conditions

*Fig. 6*  
Installation du système de traitement climatique en sous-sol. (© Fundação Casa de Rui Barbosa / Claudia Carvalho)

*Fig. 7*  
Diffuseurs d'air d'alimentation. (© Fundação Casa de Rui Barbosa / Claudia Carvalho)



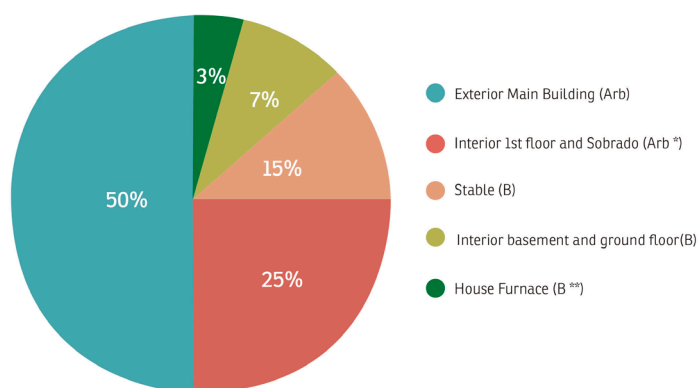
environnementales de la collection de livres. L'évaluation du bâtiment, de la collection et de l'environnement a fourni des informations indispensables pour élaborer une stratégie d'amélioration adoptant une approche qui intègre le bâtiment, les collections et les équipements de contrôle climatique dans un seul système environnemental. Les stratégies de conservation ont été définies à la suite de différentes recommandations en matière d'évaluation, qui incluent des travaux de conservation-restauration de l'enveloppe du bâtiment, des améliorations climatiques au niveau du sous-sol et des combles, la réparation des bibliothèques et l'entretien de la collection de livres. En 2006, un système de ventilation et de déshumidification a été installé. Le sous-sol a été équipé d'un déshumidificateur, les combles d'un ventilateur, et des diffuseurs d'air et des grilles de reprise ont été placés le long des parcours empruntés par les visiteurs<sup>3</sup> (Fig. 6 et 7).

Toutes les interventions liées aux équipements climatiques respectaient les principes de conservation actuels. Ce système a protégé l'environnement, stabilisant l'humidité relative à moins de 65 % et les variations de température entre 22 °C et 28 °C. [Maekawa *et al.*, 2009].

Une approche de gestion des risques a été adoptée en 2012, afin d'élargir les perspectives des actions de prévention, en ce qui concerne notamment les décisions les plus difficiles, d'identifier les risques liés à la conservation du patrimoine culturel pour les réduire de façon efficace, en fonction des ressources disponibles, et de mobiliser des ressources en faveur d'une politique institutionnelle visant à une conservation à long terme, en consolidant les efforts déjà déployés.

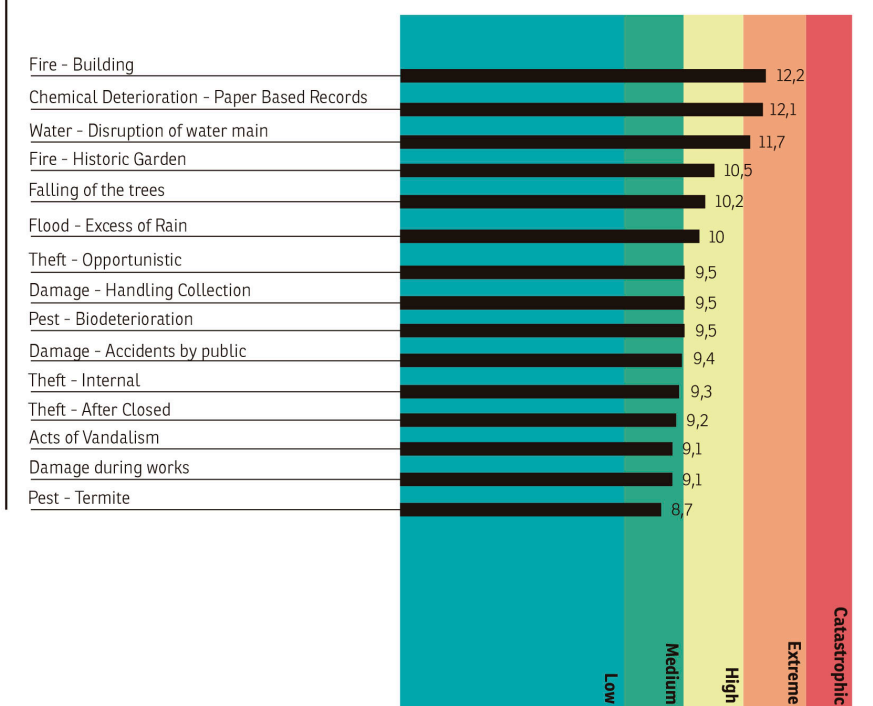
En raison du contexte très particulier de la Fondation Casa de Rui Barbosa, une perspective pluridisciplinaire était requise pour faire avancer le processus. Ouvrir les perspectives des actions de prévention en intégrant les différents services, à savoir les collections, les bâtiments et les sites historiques, faisait partie des principaux objectifs à atteindre. C'était également l'occasion de développer les compétences du personnel liées à la recherche et à la pratique. Nous avons appliqué un modèle, la méthode ABC, dont la structure globale propose cinq étapes consécutives : déterminer le contexte, puis identifier, analyser et évaluer les risques et enfin les traiter. Deux processus sont en cours : communiquer et consulter, contrôler et réviser. Trois éléments servent à quantifier les risques auxquels une collection est exposée : le rythme ou la fréquence, la perte de valeur de chaque objet concerné et la fraction de la collection concernée. Un schéma a permis de quantifier la valeur relative de chaque fraction de la collection exposée à un risque précis, appelée *value pie chart*, des valeurs représentées sous forme d'un diagramme en camembert [Michalski et Pedersoli, 2016].

L'évaluation des risques a été mise en œuvre par un groupe de travail chargé de la gestion des risques, qui se composait de différents professionnels : spécialiste de la conservation du patrimoine architectural, conservateur des collections, conservateur-restaurateur et assistant de recherche.



*Fig. 8*  
Diagramme circulaire  
représentant les valeurs  
du bâtiment historique du  
musée Casa de Rui Barbosa.  
Plan du rez-de-chaussée.  
(© Fundação Casa de  
Rui Barbosa / Núcleo de  
Preservação Arquitetônica)

## RISK



*Fig. 9*  
Musée Casa de Rui Barbosa,  
risques et ampleurs en  
ordre décroissant. Plan du  
rez-de-chaussée.  
(© Fundação Casa de  
Rui Barbosa / Núcleo de  
Preservação Arquitetônica)

## MAGNITUDE OF RISK

Ce groupe de travail a été formé à l'utilisation de la méthode ABC par José Luiz Pedersoli Jr. (scientifique spécialiste de la conservation et consultant en gestion des risques pour le patrimoine culturel) qui a coordonné le processus. En 2012, guidé pendant huit mois, le groupe qui comptait treize personnes a identifié et classé par ordre de priorité les risques clés auxquels la demeure historique-musée, ses jardins et sa collection étaient exposés<sup>4</sup>.



La tâche la plus complexe consista à quantifier la valeur relative des différents éléments de l'ensemble de la collection de la Fondation, requérant une caractérisation plus détaillée de chaque objet, ainsi qu'un accord entre les différents professionnels impliqués. Il était particulièrement important de définir leur importance et la valeur relative pour l'Institution, sa mission et son public, en incluant les diverses catégories de valeur : historique, artistique, esthétique, sociale, religieuse, économique, scientifique, etc.

En ce sens, le premier niveau d'évaluation a conclu que la valeur totale du patrimoine culturel protégé par l'Institution résidait dans le fait que les biens sont réunis sous les mêmes protocoles de gestion. Il est, par exemple, ressorti que le bâtiment historique avait la même valeur relative que la collection d'archives, tous deux préservant les caractéristiques originales de l'époque. Les bâtiments historiques contribuent ainsi à hauteur de 16,67 % de la valeur totale du patrimoine culturel de la Fondation Casa de Rui Barbosa.

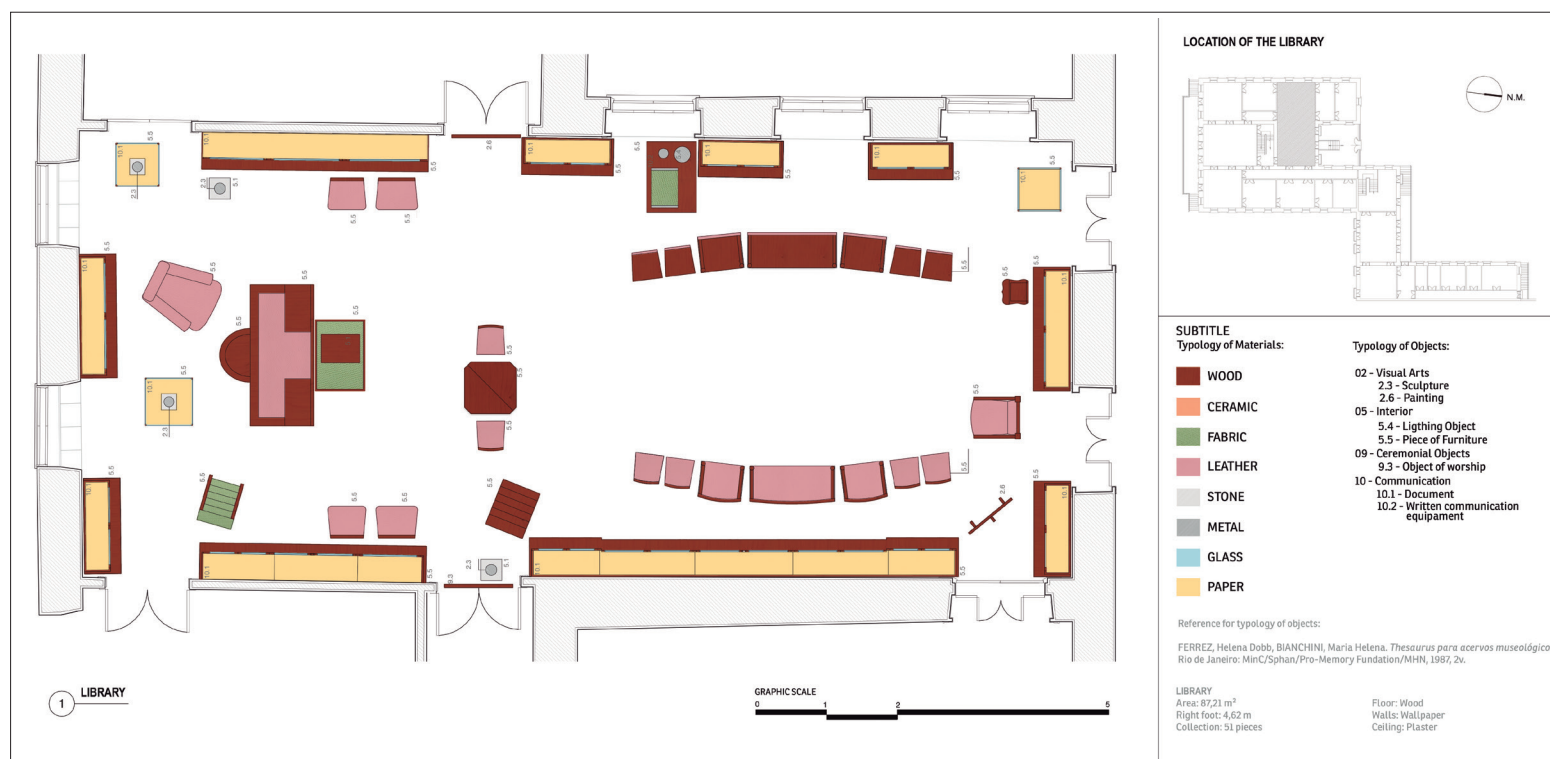
Les sous-éléments du bâtiment historique représentés dans le diagramme en camembert ont été analysés en détail, de manière à quantifier la valeur relative de chaque composant (Fig. 8).

Pour mieux comprendre le diagramme en camembert, il convient de préciser les critères sur lesquels ce graphique circulaire s'appuie. L'authenticité de chaque élément a été évaluée, et quatre catégories ont été définies : les éléments qui préservent les caractéristiques originales de l'époque, tels que l'extérieur du bâtiment principal, les éléments qui préservent l'ambiance et les cloisons originales, tels que l'intérieur du premier et du second étage, les éléments soumis à un haut degré de changement, tels que le sous-sol intérieur et le rez-de-chaussée, et les éléments qui ont été complètement modifiés, tels que le chauffage ou le café du musée.

Une évaluation quantitative a suivi ce processus, les dimensions (en mètres carrés) de chaque élément ayant été identifiées.

En ce qui concerne la demeure historique-musée, quinze risques ont fait l'objet d'une analyse : trois ont été qualifiés d'extrême priorité et trois de haute priorité (Fig. 9).

Grâce à la collaboration des différents professionnels, incluant les responsables institutionnels, nous devons mettre au point une politique de conservation cohérente basée sur une approche de la gestion des risques, pour les bâtiments historiques et les collections de la demeure. L'expérience nous a permis d'identifier les risques, de façon globale, afin d'évaluer correctement leur ampleur, ainsi que les incertitudes qui y sont associées, de manière à envisager des solutions d'un bon rapport coût-efficacité pour traiter ces risques. Comme niveau supplémentaire, grâce à une résolution spatiale, nous avons pu obtenir des représentations de plus en plus détaillées de la situation, notamment concernant les risques qui ont un effet à l'échelle locale, entraînent des pertes ponctuelles ou affectent un nombre limité de surfaces ou d'éléments précis (Fig. 10).



À la suite de l'évaluation, le projet est entré dans la phase de gestion des risques, avec la définition de stratégies visant à réduire chaque risque. De nombreuses options ont été proposées et évaluées. Chaque option a été analysée de manière à prévoir dans quelle mesure l'ampleur du risque serait réduite. Le coût relatif à la mise en œuvre de l'option a également fait l'objet d'une estimation. La rentabilité de chaque stratégie (la réduction de l'ampleur du risque divisée par le coût) a été déterminée. Les options les mieux adaptées aux risques prioritaires (extrême et haute priorités) ont été préconisées [Carvalho *et al.*, 2013].

Pour ne citer qu'un exemple, la Fondation a pris une décision, qui s'appuie sur la rentabilité, pour remettre en état l'installation électrique de la demeure historique-musée, car comme dans le cas de nombreux musées et autres institutions disposant de collections culturelles au Brésil et à l'étranger, un gigantesque incendie – classé parmi les risques majeurs d'extrême priorité – peut ravager une part importante de la valeur de la collection et entraîner la perte quasi totale ou totale de la valeur des biens concernés.

Récemment, une publication brésilienne, *Demeures Historiques au Brésil*, de DEMHIST BRASIL [Carvalho, 2013], a recensé plus de 300 musées au Brésil, incluant des demeures, des palais, des maisons communes et des fermes. Nous savons, néanmoins, l'importance de la conservation préventive pour gérer ces grands patrimoines et il n'existe aucun instrument de régulation ni de base méthodologique particulière. Nous nous engageons à mettre en place cette approche méthodologique, en prenant comme référence l'expérience de la Casa de Rui Barbosa. Notre expérience a été débattue parmi des professionnels de la conservation, car l'approche préventive s'avère être efficace, durable et fiable.

Fig. 10  
Plan de la bibliothèque avec indication de la collection.  
(© Fundação Casa de Rui Barbosa / Núcleo de Preservação Arquitetônica)

## Conclusion

Grâce à cette expérience, nous montrons que de nombreuses actions visant à atténuer les risques peuvent être relativement simples et limitées au niveau technique, tandis que d'autres actions devront faire appel à la participation de différents organes de gestion, y compris en externe. En optant pour une approche de la gestion des risques, nous intégrons à la fois la gestion et les processus de contrôle budgétaire qui sont permanents au sein des institutions. Grâce à notre expérience, nous avons également démontré que la méthode ABC s'applique aux bâtiments qui abritent des collections.

D'après Robert Waller, comme l'approche de la gestion des risques sert de bonne base aux demandes de ressources, il peut être intéressant d'intégrer une politique de conservation [Waller, (1995) 2013].

À travers notre expérience au sein du musée Casa de Rui Barbosa, nous souhaitons promouvoir une politique de conservation des demeures historiques-musées brésiliennes, en nous appuyant sur l'identification des risques qui menacent la préservation conjointe des bâtiments et des objets et en élaborant des stratégies qui visent à réduire ces risques de façon efficace, suivant les ressources disponibles, l'articulation de différents points de vue et la conception d'un processus continu<sup>5</sup>.

## Notes

[1] La Casa de Rui Barbosa a pour mission de développer la culture, la recherche et l'enseignement, de rendre hommage et de divulguer le travail et la vie de Rui Barbosa (Loi 4943 du 6 avril 1966). En ce sens, l'institution peut contribuer à la connaissance de la diversité culturelle et au renforcement de la citoyenneté, en veillant à la mise en œuvre d'autres politiques du ministère de la Culture. [www.casaruibarbosa.gov.br](http://www.casaruibarbosa.gov.br).

[2] Les résultats sont disponibles sur la page Web suivante : [www.casaruibarbosa.gov.br/conservacaopreventiva](http://www.casaruibarbosa.gov.br/conservacaopreventiva).

[3] Le système climatique, dans le cas de la bibliothèque de Rui Barbosa, était une solution durable unique pour l'amélioration climatique au Brésil, et jeta les bases d'une application étendue de cette stratégie d'amélioration climatique relativement simple, à faible coût, au sein d'institutions culturelles, dans des climats humides et chauds.

[4] José Luiz Pedersoli Jr., un scientifique spécialiste de la conservation d'origine brésilienne, est l'un des membres de l'équipe pluridisciplinaire de la Fondation Casa de Rui Barbosa, embauché dans le but de réaliser des missions de conseil. José Luiz Pedersoli a travaillé à l'élaboration de la méthode ABC. Il a également été responsable de la conception du diagramme en camembert.

[5] L'auteur remercie Isabel Passos, architecte du projet de recherche du musée Casa de Rui Barbosa, pour sa contribution technique au Plan de conservation préventive.

## Références bibliographiques

CARVALHO A. C., 2013. *Museus Casas Históricas no Brasil*. São

Paulo : Curadoria do acervo artístico cultural dos Palácios do Governo do Estado de São Paulo.

CARVALHO C., CORDEIRO P., COSTA F., 2013. « Risk Management as a tool for the joint preservation of historic buildings and collections : the house of Rui Barbosa Plan ». In : *ArquiMemória 4 : Encontro Internacional sobre Preservação do Patrimônio Edificado*, 14-17 mai, Salvador, BA.

CASSAR M. 1995. *Environmental Management: guidelines for museums and galleries*. Londres : Routledge.

DARDES K. (dir.) et al., 1998. *The Conservation Assessment : a proposed model for evaluating museum environmental management needs*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute.

LACOMBE, A. J., 1984. *À sombra de Rui Barbosa*. Rio de Janeiro : Fundação Casa de Rui Barbosa.

MAEKAWA S., CARVALHO C., TOLEDO F., BELTRAN V., 2009. *Collection Care and Human Comfort for a Historic House Museum in Hot and Humid Climates : An Alternative to Conventional Air Conditioning Approach*, PLEA 2009, 26<sup>th</sup> Conference on Passive and Low Energy Architecture, 22-24 juin, Quebec City.

MAEKAWA S., BELTRAN V., HENRY M., 2015. *Environmental management for collections : alternative preservation strategies for hot and humid climates*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute.

MICHALSKI S. et PEDERSOLI, J. L., 2016. *The ABC Method, a risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Ottawa : Canadian Conservation Institute.

WALLER R., [1995] 2013. « Risk management Applied to Preventive Conservation », in STANFORTH S. (dir.), *Historical Perspectives on Preventive Conservation*. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, p. 317-327.

# Les stratégies préventives mises en œuvre pour le château de Neuschwanstein

## Résumé

La décoration intérieure du château, qui accueille 1,5 million de visiteurs chaque année, n'est pas en bon état de conservation. Celle-ci est soumise à des conditions climatiques défavorables, subissant l'effet de la lumière naturelle non filtrée, l'accumulation de poussière et l'érosion intentionnelle (toucher) et involontaire des surfaces.

La première grande campagne de conservation-restauration a débuté en avril 2017 et devrait s'achever en 2021. Différentes stratégies de prévention ont ainsi été adoptées, afin de minimiser l'impact des visiteurs et d'augmenter la viabilité des travaux de conservation-restauration.

Au cours des dernières années, le contrôle du climat, les processus de dégradation globaux et l'évaluation des risques ont abouti au développement de stratégies d'atténuation visant à améliorer la situation des intérieurs :

- Installation d'un système de ventilation utilisant les conduits d'air chaud du système de chauffage d'origine.
- Installation de lieux de stockage.
- Aménagement d'un parcours de visite.
- Installation d'une protection adaptée contre la lumière.

Nous avons déjà amorcé la première étape de l'installation. Les différentes stratégies de prévention seront mises en place en 2021.

## Tina Naumović

Chef du Département de Conservation préventive à la Direction bavaroise des palais, jardins et lacs publics, responsable de la conservation préventive, Centre de conservation, Administration des châteaux, jardins et lacs de l'État bavarois, Allemagne  
[tina.naumovic@bsv.bayern.de](mailto:tina.naumovic@bsv.bayern.de)

## Mots clés

Humidité relative élevée, problèmes de condensation, altération par la lumière, poussière, veille climatique, visiteurs comme source d'humidité, système de ventilation, conduits historiques, réserve à technologie réduite.

**L**e roi des contes de fées Ludwig II s'engagea dans la construction du château de Neuschwanstein en 1868, mais lorsqu'il mourut prématurément, en 1886, le château n'était pas encore achevé. Bien que la plupart de la décoration des belles pièces d'apparat était déjà terminée (Fig. 1), les murs de nombreuses salles annexes étaient encore en briques.

Sept semaines après la mort du roi, le château fut ouvert à un public curieux et il est, depuis lors, devenu un musée. Pour cette raison, le bâtiment et son intérieur, qui fut bâti et aménagé sur une courte période, sont conservés dans leur état d'origine. De nombreuses pièces inachevées ont fait office de bureaux, de salles communes pour le personnel ou d'équipements touristiques tels que les toilettes et les boutiques de souvenirs. Le château accueille plus de 1,3 million de visiteurs chaque année. Son intérieur est exposé à une « pression d'usage » particulièrement forte. La décoration



Fig. 1

Château de  
Neuschwanstein, salle  
du trône. La salle du  
trône est l'une des plus  
belles pièces d'apparat du  
château. (© Bayerische  
Schlösserverwaltung /  
Rainer Herrmann)



intérieure, qui n'est pas dans un bon état de conservation, est soumise à des conditions climatiques défavorables, subissant l'effet de la lumière naturelle non filtrée, l'accumulation de poussière et l'érosion intentionnelle (toucher) et involontaire des surfaces.

Les altérations liées au climat proviennent d'une humidité très élevée. Les problèmes de condensation sur les vitrages et les murs extérieurs sont manifestes. Moisissures, détériorations liées au sel et traces d'eau sur les peintures murales sont fréquentes (Fig. 2). La plupart des tissus exposés présentent d'importantes altérations liées à la lumière, de la détérioration de la couleur à la perte complète de la stabilité des filaments (Fig. 4). Les efforts visant à mettre en place une protection contre la lumière n'ont pas abouti car les fenêtres sont constamment ouvertes pour laisser entrer l'air frais et assurer le confort des visiteurs, exposant ainsi les tissus aux rayons directs du soleil. Les visiteurs, à travers des fibres de textiles, les squames cutanées, les cheveux, le dégoulinement et les sédiments qui se déposent sur les surfaces, créent beaucoup de poussière. Chaque cycle de dépoussiérage « décape » les surfaces, entraînant la perte de la matière originale. Une grande partie des surfaces en métal doré, des panneaux en chêne peints et des meubles ont perdu leur ornement original au cours des dernières décennies. Pour redonner de l'éclat aux surfaces, celles-ci ont été traitées de façon incorrecte à l'aide de différentes huiles non siccatives qui ont incrusté complètement la poussière. Comme le montre la Fig. 3, les surfaces sont devenues sombres, collantes et laissent apparaître des sortes de poils. Pendant des années, la mise à distance le long du parcours des visiteurs a été insuffisante et les altérations liées au toucher, ainsi que divers actes de vandalisme, en sont le résultat (Fig. 4).

Depuis son ouverture au public, l'intérieur du château de Neuschwanstein n'a jamais fait l'objet d'une restauration ou rénovation. La première grande





campagne de conservation-restauration a débuté en avril 2017 et devrait s'achever en 2021.

Des données préliminaires sur le climat ont été collectées, de manière à évaluer les altérations et les risques. Les problèmes de condensation, comme précédemment mentionnés, étaient visibles à première vue. Un examen détaillé et l'inventaire des altérations, notamment sur les peintures murales, ont permis d'identifier non seulement les détériorations existantes mais également les retouches locales non apparentes, plus particulièrement sur les murs extérieurs (Fig. 2). L'importance des altérations et des pertes de la couche picturale montre que la condensation constitue un risque élevé pour les peintures murales.

Le contrôle du climat a confirmé des conditions climatiques précaires.

Le château, qui se situe dans un environnement alpin, à 900 mètres au-dessus du niveau de la mer, est exposé à de brusques changements météorologiques, à des pluies et des neiges abondantes, ainsi qu'à des hivers très froids. Le château n'étant pas chauffé, les températures minimales enregistrées atteignaient -4,3 °C tandis que les plus hautes s'élevaient à 28,9 °C. L'humidité relative était soumise à d'importantes fluctuations au quotidien, oscillant entre 30 % et 85 % (Fig. 5).

Les conservateurs avaient pour objectif d'atteindre une variation de l'humidité relative de 45 à 65 %, avec des fluctuations quotidiennes inférieures à 15 %.

En dépit des températures froides, le château accueille près de 2 000 visiteurs par jour, y compris en hiver, et environ 6 000 en été. En raison de la mauvaise qualité de l'air, les fenêtres restent ouvertes.

Une évaluation des données climatiques a permis de conclure que l'humidité absolue intérieure est beaucoup plus élevée que celle extérieure. Les diagrammes montrent que l'humidité quotidienne atteint 100 %, cette hausse étant liée aux heures d'ouverture et aux visiteurs, la principale source d'humidité (Fig. 6). Ces problèmes de forte condensation et niveau d'humidité

*Fig. 2*

Château de Neuschwanstein, salle des chanteurs, oriel sud. Image UV/Visible de la peinture murale. À la lumière, les altérations liées au sel, l'écaillage et la perte de la couche de peinture sont visibles. La fluorescence UV montre les différentes phases de retouches et de réparations locales. (© Bayerische Schlösserverwaltung / Armin Schmickl)

*Fig. 3*

Château de Neuschwanstein, cabinet de toilettes, lambris et encadrement en bois sculpté. À cause d'années de traitement inapproprié, à l'aide d'huile non siccative, la surface est collante et incrustée de poussière. (© Bayerische Schlösserverwaltung / Tina Naumović)

*Fig. 4*

Château de Neuschwanstein, salle à manger. Les tissus de capitonnage montrent des altérations importantes liées à la lumière. La soie, autrefois rose, est devenue rose pâle puis beige. On ne retrouve désormais cette couleur vive qu'à un seul endroit, protégé de la lumière par une applique (aujourd'hui volée). (© Bayerische Schlösserverwaltung / Tina Naumović)

Fig. 5  
Château de  
Neuschwanstein,  
salon. Représentation  
graphique de la  
température et de  
l'humidité relative en  
2012. La partie en vert  
représente l'humidité  
relative oscillant entre  
45 et 65 %, en  
corrélation avec la  
fourchette visée.  
(© Bayerische  
Schlösserverwaltung /  
Tina Naumović)

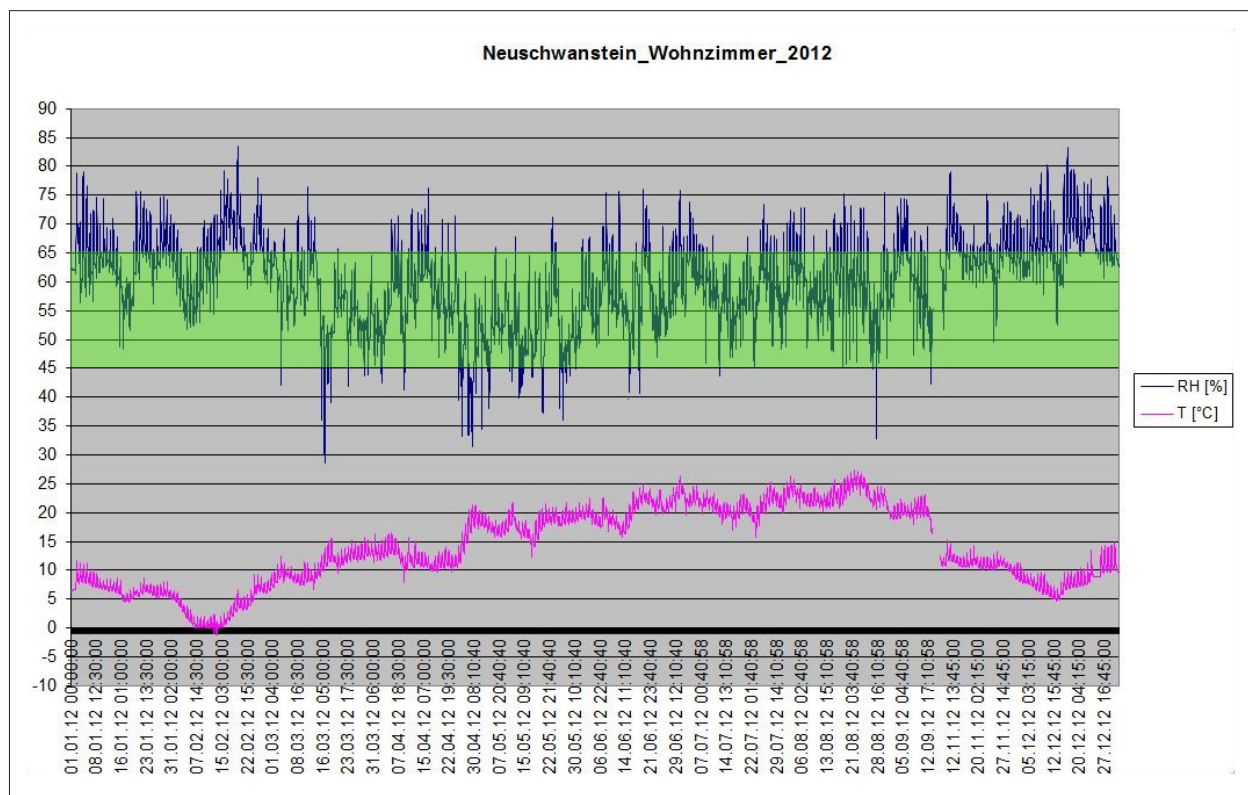
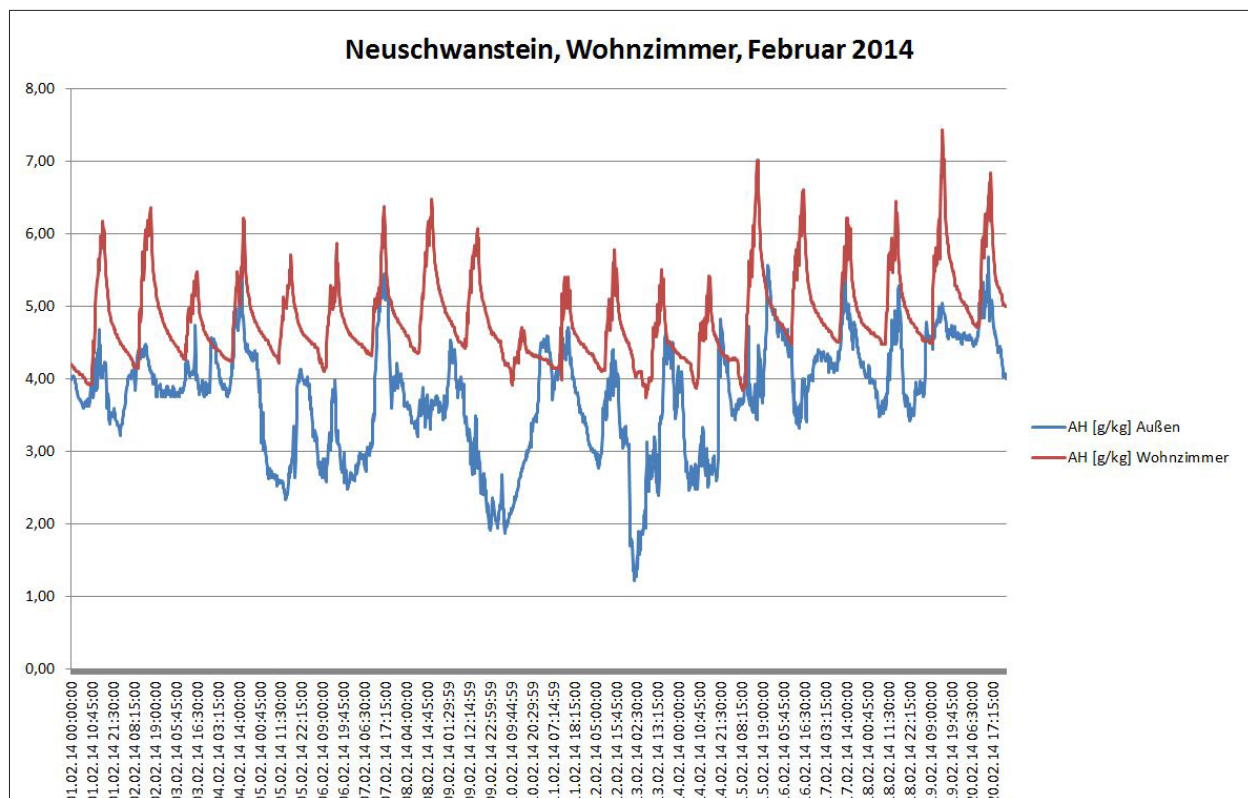
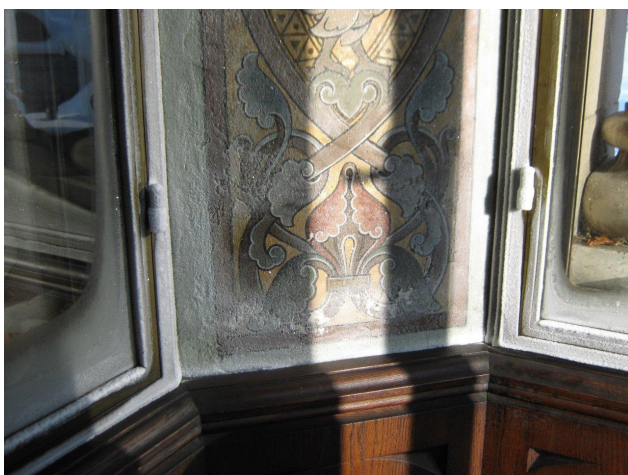


Fig. 6  
Château de  
Neuschwanstein,  
salon. Représentation  
de l'humidité absolue  
à l'intérieur et à  
l'extérieur, en février  
2014. L'augmentation  
quotidienne des  
niveaux d'humidité est  
directement liée aux  
heures d'ouverture.  
À l'extérieur, l'humidité  
absolue est bien  
inférieure. (© Bayerische  
Schlösserverwaltung /  
Tina Naumović)





*Fig. 7*  
Château de  
Neuschwanstein, salon,  
oriel nord. Formation de  
givre, liée aux problèmes de  
condensation, sur la surface  
peinte du mur extérieur.  
(© Staatliches Bauamt  
Kempten / Ralf Gehrke)

causent d'importantes détériorations sur les peintures murales, comme la présence de sel, de moisissure, etc. Pendant les jours d'hiver très froids, l'eau condensée entraîne la formation de givre à la surface des fenêtres et des murs extérieurs (Fig. 7).

Il est bien connu que la présence des visiteurs accroît les niveaux d'humidité sur les sites. Cependant, le niveau élevé de l'impact est notable. L'évaporation d'humidité dégagée par les personnes provient du métabolisme, de la respiration et de la transpiration. En outre, les visiteurs entrent dans le musée avec leurs blousons et parapluies humides par temps de pluie, en l'absence de casiers et de vestiaire. Les circuits de visiteurs ne permettent pas d'installer ce type d'équipements. En effet, l'entrée et la sortie étant éloignées l'une de l'autre, il est difficile de gérer le flux interminable de visiteurs. La menace qui pèse sur les conditions climatiques, au sein du château, à travers les vêtements humides, paraissait évidente à première vue. De manière inattendue, la concordance des données climatiques, entre les journées pluvieuses et ensoleillées, n'a pas montré de différence significative.

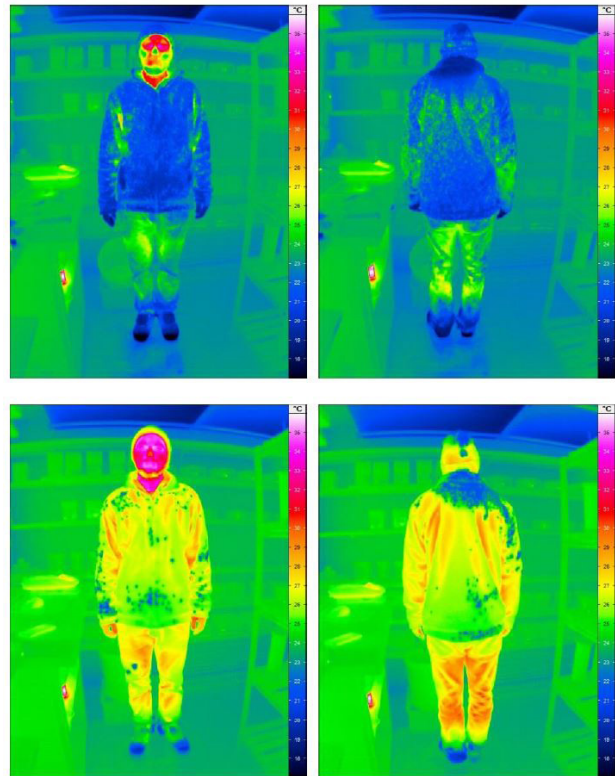
Pour mettre au point une stratégie d'atténuation efficace, l'institut Fraunhofer IBP (Fraunhofer Institute for Building Physics) a été chargé d'effectuer une analyse approfondie de l'impact des visiteurs mouillés et non mouillés<sup>1</sup>. À travers l'installation d'un système de contrôle climatique renforcé, des instruments de modélisation du climat et des séries de tests, l'institut Fraunhofer a obtenu des résultats intéressants (Fig. 8).

Le niveau élevé d'humidité absolue, par rapport à l'extérieur, a été confirmé et transformé en quantité d'eau absolue, transportée à l'intérieur par les visiteurs. Pour ne donner qu'un exemple, plus de 13 tonnes d'eau ont un impact sur la salle du trône, chaque année. Dix tonnes proviennent du métabolisme, et seulement trois tonnes des vêtements humides. Parmi les recommandations pratiques, il convenait d'accroître le taux de renouvellement de l'air avec celui extérieur, moins humide que l'air intérieur. Si les conditions environnementales ne le permettent pas, il faut produire de l'air sec afin d'atteindre un contrôle climatique suffisant. Par conséquent, l'installation



Fig. 8

Rapport de recherche  
« Bauphysikalische  
Voruntersuchung und  
Klimadatenauswertung in  
Schloss Neuschwanstein »,  
Fraunhofer IBP, Stefan  
Bichlmair und Martin  
Krus, Valley 2016. Image  
infrarouge d'un bénévole  
aspergé dans une chambre  
climatique. La température  
de surface qui change en  
raison du refroidissement  
par évaporation provenant  
des vêtements humides  
est représentée par des  
couleurs différentes.  
(© Fraunhofer IBP / Stefan  
Bichlmair und Martin Krus)



d'un système de ventilation, avec répartition d'air frais, déshumidification et chauffage léger, a été considérée comme la meilleure solution pour les salles d'apparat. Le but consiste à atténuer l'impact des visiteurs à travers la stabilisation de l'humidité relative. Pour réduire la quantité d'eau provenant des vêtements humides, les visiteurs devraient être « séchés », pendant leur attente, avant de pénétrer dans les pièces d'apparat.

Dans des bâtiments historiques, l'installation d'un système de ventilation est un défi de taille tant il est difficile de ne pas enlaidir l'édifice, notamment dans les salles d'apparat du château de Neuschwanstein, jusqu'à présent restées intactes. Pour cette raison, des dispositions ont été prises : la planification du système de ventilation, développée en priorité, ne sera pas axée sur les conditions climatiques considérées comme appropriées par les conservateurs (standard pour les musées : 20 °C / 50 % HR) mais sur les possibilités qu'offre la structure du bâtiment. L'installation de grands conduits d'air reliés à chaque pièce par un système central CVC, dans les combles ou en sous-sol, une solution de plus en plus proposée, n'était absolument pas une alternative.

Heureusement, Ludwig II avait fait installer un système ingénieux de chauffage à air chaud qui incluait trois chambres de chauffage et plusieurs conduits d'air chaud menant aux principales pièces d'apparat. Dans les chambres de chauffage, l'équipement technique existant a été classé patrimoine culturel technique et doit être préservé. Actuellement, de nouvelles pièces techniques ont été installées au niveau des étages non décorés et inachevés du château

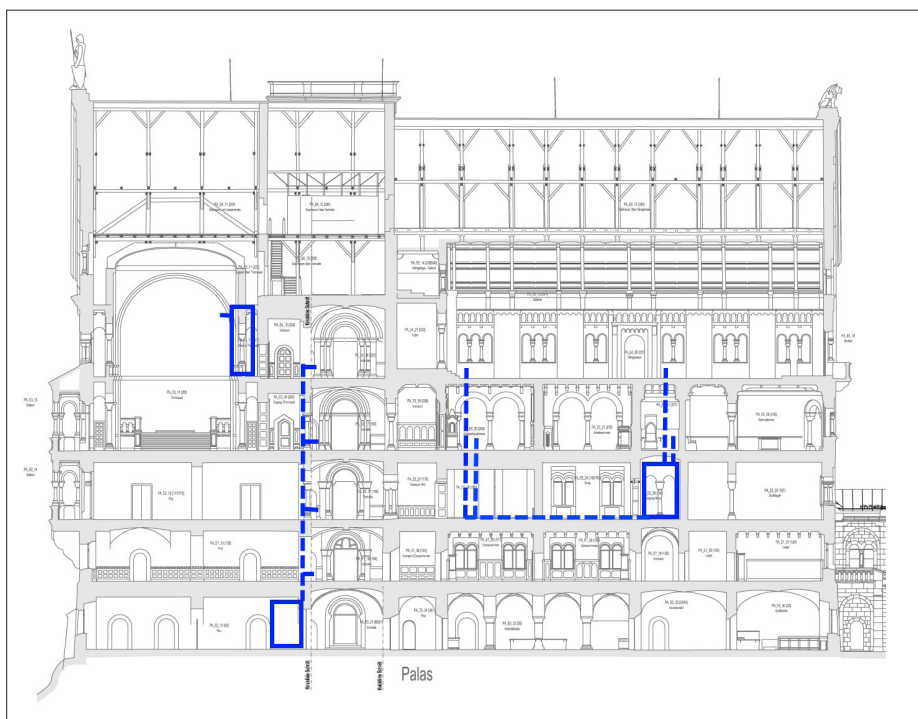


Fig. 9  
Château de  
Neuschwanstein, coupe  
longitudinale. L'installation  
de trois nouvelles pièces  
techniques permet  
d'atteindre les conduits  
d'air chaud historiques,  
par la voie la plus courte.  
(Coupe longitudinale  
© Staatliches Bauamt  
Kempten / Josef Linsinger)

Fig. 10  
Château de  
Neuschwanstein,  
Ritterhaus, nouvelle  
installation de stockage.  
Des pièces inachevées  
font office d'équipements  
d'entreposage *low-tech*.  
Grâce au chauffage  
de conservation et à  
la déshumidification,  
l'humidité relative sera  
inférieure à 65 %.  
(© Bayerische  
Schlösserverwaltung /  
Heiko Oehme)



(Fig. 9). Les ingénieurs chargés de développer le système de ventilation étaient confrontés à un défi majeur, étant donné que la structure de bâtiment détermine la dimension des appareils techniques<sup>2</sup>. Les clapets coupe-feu, de ventilation et de déshumidification doivent être comprimés dans la construction historique, de façon à être le moins invasifs possible.

Dans les salles d'apparat, l'installation du système de ventilation s'achèvera d'ici fin 2018. Il est à espérer que son efficacité sera prouvée au cours de l'année suivante (2019). Le contrôle permanent du climat viendra compléter l'installation du système de ventilation, afin de garantir que le climat intérieur s'ajuste de manière appropriée.

Outre le système de ventilation dans les pièces d'apparat, un chauffage à air chaud a été installé dans le couloir où attendent visiteurs qui font la queue



pour prendre un audioguide et commencer leur visite du château – ils y sont pour ainsi dire « séchés ». Le système fonctionne depuis février 2018, et bien qu'il soit nécessaire de construire des portiques climatiques et que l'évaluation des données climatiques soit encore en cours, des effets positifs sont déjà appréciables. En effet, les jours de pluie, le sol n'est plus imbibé d'eau, l'humidité absolue est inférieure et le confort des visiteurs, qui attendaient auparavant dans ce couloir froid, humide et venté, a été considérablement amélioré.

Autre exemple : afin de mettre en place une solution *low-tech* visant à stabiliser le climat, une nouvelle réserve devait être construite au sein du château. En préparant la campagne de conservation-restauration, il s'est avéré évident que les conditions d'entreposage des objets d'art devaient être optimisées. De nombreux textiles et meubles sont mis en réserve afin d'éviter que les visiteurs ne les touchent, et de maximiser l'espace pour les visites guidées. Bien que l'entreposage, plutôt chaotique, ait pris une ampleur croissante au cours des années, le contrôle climatique au sein des salles auxquelles les visiteurs n'ont pas accès a affiché des conditions climatiques généralement satisfaisantes, avec une humidité relative stable et appropriée (45 % - 65 %). Un nouveau dépôt a été installé dans une partie inachevée du château en 2017-2018 (Fig. 10). Concernant le contrôle climatique, un câble électrique chauffant pour le *chauffage de conservation* a été placé le long des murs extérieurs, un revêtement isolant posé au sol et deux déshumidificateurs mobiles fixés. Ces appareils assurent de faibles variations climatiques et permettent de stabiliser l'humidité relative en dessous de 65 %, afin d'éliminer le risque de moisissure sur les textiles.

Il est prévu de mettre en place d'autres mesures préventives. Un parcours de visite guidé inclura des protections contre le toucher, telles que des mains courantes ou des parois vitrées, et une moquette anti-poussière sera posée à la fin des travaux de conservation-restauration. Cette moquette permettra de réduire l'accumulation de poussière et de protéger les parquets de l'érosion, ainsi que les œuvres d'art et la décoration du toucher.

L'installation d'une protection appropriée contre la lumière est en cours. Celle-ci permettra d'éliminer le rayonnement ultraviolet et de réduire l'exposition à la lumière du jour. Des séries de tests sont effectuées, de façon continue et détaillée, sur différents films de protection UV. Et des écrans de protection contre la lumière, par le biais d'aimants sur les encadrements des fenêtres en fer, seront montés, de façon non destructive.

Il faudra plusieurs années pour démontrer l'efficacité et la durabilité des stratégies de prévention mises au point. Toutefois, les premiers résultats sont prometteurs. L'étroite collaboration entre architectes, ingénieurs et conservateurs a permis d'obtenir des résultats satisfaisants à tous les points de vue.

#### Notes

[1] Rapport de recherche « Bauphysikalische Voruntersuchung und Klimadatenauswertung in Schloss Neuschwanstein », Fraunhofer IBP, Stefan Bichlmair und Martin Krus, Valley 2016.

[2] Le système de ventilation a été mis au point par Büro Jochen Käferhaus, Vienne, en étroite collaboration avec l'autorité chargée de la construction Staatliches Bauamt Kempten.

# La mise en œuvre d’une évaluation globale des arts graphiques et photographiques

## Résumé

Une évaluation globale des œuvres graphiques et photographiques d’une trentaine de sites du CMN a été effectuée. La méthodologie mise en place s’appuie sur des listes extraites de la base de gestion des collections et une inspection œuvre par œuvre, *in situ*. La priorisation des interventions est basée sur un système de hiérarchisation des altérations couplé avec le niveau d’intervention.

## Mots clés

Arts graphiques, préservation, méthodologie, hiérarchisation.

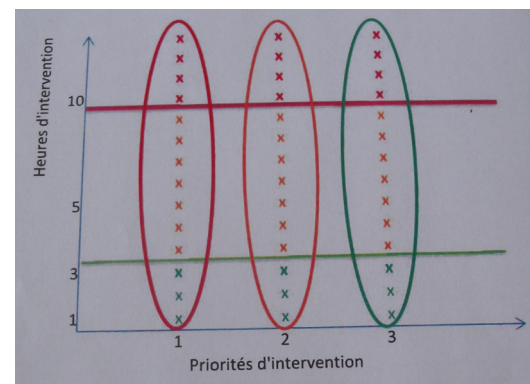
**Agnoko-Michelle Gunn**  
Chef du pôle conservation préventive, Centre des monuments nationaux (CMN)  
agnoko-michelle.gunn@monuments-nationaux.fr  
<https://www.monuments-nationaux.fr>

Le Centre des monuments nationaux possède une très large panoplie de documents graphiques et photographiques au titre de collection, de documentation et d’archive d’une grande importance. Les documents graphiques sont des biens très sensibles aux conditions environnementales – lumière, climat instable ou inadéquat, pollution, mauvais stockage et manipulations [Merritt et Reilly, 2010, p. 67]. Du fait de cette fragilité, ces biens culturels ne doivent pas être soumis à une exposition permanente. La présence de nombreuses surfaces vitrées des monuments du CMN ne permet pas toujours le respect des recommandations de conservation. Même si certaines surfaces vitrées sont pourvues de filtres anti-UV, dans nombre de cas ces filtres sont transparents et ne permettent pas de réduire le niveau de l’éclairement visible. De même, il n’est pas facile de mettre en place une politique de rotation des œuvres dans les monuments concernés, faute de moyens humains et/ou de compétences appropriées sur site. Aux problèmes liés à la lumière s’ajoutent également celui des

	Dénomination	Titre	Cat. tech.	N.br
Dessin	887	874	826	921
Estampe	2145	2141	1250	2616
Photographie	981	924	881	1538
Total	4013	3939	2957	5075

Fig. 1  
Résultat de la recherche dans la base de gestion des collections.

Fig. 2  
Illustration de la hiérarchisation  
des interventions.



attaques biologiques (champignons et insectes) liées au climat généralement naturel des demeures historiques et un conditionnement souvent inadéquat. Afin de remédier durablement à cette situation, le CMN a entrepris de mettre en place un programme pluriannuel de préservation. Pour ce faire, une connaissance des conditions de conservation en un instant donné est nécessaire. Une recherche systématique des œuvres dans la base de gestion des collections du CMN, *Collectio*, est effectuée. Les requêtes sont faites par nom de site, titre, dénomination et catégories techniques. Les résultats sont donnés à la Fig. 1. Selon le mode de requête choisi, le résultat est différent. « Titres » et « dénomination » sont très proches. Tandis que la rubrique « catégorie technique » affiche des résultats bien plus faibles. Celle-ci a été alors écartée. Des listes d'œuvres ont été extraites pour chaque site et comparées aux œuvres trouvées sur site, en exposition ou en réserve. L'identification sur site est faite par le visuel, à défaut, par la description. Un code couleur est mis en place pour identifier facilement sur la liste les œuvres trouvées, les non vues et les supplémentaires qui reçoivent des numéros provisoires selon un protocole préétabli. Des prises de vues systématiques des biens sans visuel sont effectuées. Les visuels sont renommés selon les numéros d'inventaire afin de faciliter leur intégration à la base de données. La hiérarchisation se fait en fonction de la nature plus ou moins préoccupante des altérations : 1-évolutive, 2-mécanique, 3-montage inadéquat, laquelle est croisée avec le degré d'intervention [Gunn et Nicosia, 2017] exprimé en nombre d'heures, moins de 3 heures, plus de 3 heures et plus de 10 heures, comme illustré sur la Fig. 2.

Un bilan statistique a pu ainsi être dressé pour les mesures conservatoires à venir : 30 % demandent une prise en charge immédiat, 20 % à court terme et 50 % à moyen et long.

#### Références bibliographiques

GUNN A. M. et NICOSIA G., 2017. « Construction d'un outil de hiérarchisation de la gravité des altérations : matrice pondérée de décision ». In : *AprévU, Les nouvelles rencontres de la conservation préventive*, 8-9 juin 2017. Paris : Association des Préventeurs

Universitaires, AprévU, p. 171-185.

MERRITT J. et REILLY J. A., 2010. « Preventive conservation and light ». In: *Preventive conservation for historic house museums*. Lanham, MD : AltaMira Press, p. 67.





La chambre de la Reine en période de travaux, château de Versailles.  
© EPV/Danilo Forleo



TABLE RONDE 1

# Expériences de conservation préventive et travaux dans les demeures historiques publiques et privées

## **Modérateur**

Noémie Wansart

*Collaboratrice scientifique,  
château de Versailles*

## **Interventions de**

An Breyne

Ben Cowell

Stefano Della Torre

Almut Siegel





# Présentation du projet SiLK

## Guide pour la protection des biens culturels

### Résumé

Les trésors culturels conservés dans les musées, les archives et les bibliothèques sont continuellement menacés par divers facteurs et, dans certains cas, par une destruction irrémédiable. Cette prise de conscience a été notamment exacerbée par les événements catastrophiques survenus au cours des dernières années, dont l'incendie qui ravagea la bibliothèque de la duchesse Anna Amalia à Weimar, en 2004, et l'effondrement du bâtiment qui abritait les archives historiques de la ville de Cologne, en 2009. Cependant, les dangers sournois qui découlent d'influences environnementales défavorables ou d'une utilisation incorrecte peuvent également avoir des répercussions dévastatrices sur les objets.

La Conférence des institutions culturelles nationales (Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen – KNK), une association coopérative qui promeut les intérêts de 23 institutions culturelles d'importance nationale, de différentes tailles et orientations, installées en plein cœur de l'ancienne Allemagne de l'Est, parmi lesquelles la Fondation des châteaux et jardins prussiens de Berlin-Brandebourg (SPSG), a relevé le défi des vulnérabilités à travers l'introduction de SiLK – un guide numérique visant la protection et la sécurité des biens culturels.

### Mots clés

Protection, propriété culturelle, sécurité, analyse des risques, évaluation des risques, gestion de la sécurité, outil en ligne et prévention.

### Almut Siegel

Architecte chargé du département de la préservation, SPSG, Fondation pour les châteaux et jardins prussiens de Berlin-Brandebourg, Allemagne  
Chargée de projet, SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut – Projet SiLK, guide pour la protection des biens culturels, Office fédéral de protection civile et d'aide en cas de catastrophe  
siegel@konferenz-kultur.de  
www.konferenz-kultur.de

« SiLK », en allemand « SicherheitsLeitfaden Kulturgut », est un projet financé par l'État qui œuvre en faveur de la protection des biens culturels, initialement fondé par le ministre fédéral allemand de la Culture et des Médias (BKM). Depuis l'an dernier, l'Office fédéral allemand de protection civile et d'aide en cas de catastrophe (BBK) se charge du financement du projet. Uniquement accessible en langue allemande jusqu'à présent, la version anglaise du guide SiLK a récemment été mise en ligne, offrant ainsi aux utilisateurs et utilisatrices du monde entier la possibilité de la consulter.

SiLK est un outil d'aide en ligne qui permet une analyse interactive des risques, formule des recommandations quant à l'entretien et au traitement, et fournit par ailleurs des renseignements complets. Un tel instrument devrait mobiliser l'attention par rapport aux risques potentiels auxquels pourraient être exposés non seulement les collections mais également les bâtiments et les parcs.



Fig. 1  
Capture d'écran de la page web de SiLK : questionnaire « Incendies ».



Fig. 2  
Conférence internationale SiLK en 2015 à « Händel-Haus », Halle/Saale.  
(© Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen / Christian Ditsch)

La prévention en est la pierre angulaire. Grâce à SiLK, le personnel est en mesure d'évaluer les efforts déployés en matière de protection par sa propre institution. Les dangers potentiels sont mis en lumière par ces lignes directrices mais ne s'arrêtent pas à ce stade. Des propositions d'améliorations sont émises, des conseils sont dispensés et des solutions sont envisagées. Ce guide pratique devient une précieuse aide individuelle.

SiLK aborde les quatorze questions suivantes : 1) Gestion de la sécurité générale, 2) Incendies, 3) Inondations, 4) Vols, 5) Vandalisme, 6) Accidents/dysfonctionnements, 7) Détérioration/Usure, 8) Climat, 9) Lumière, 10) Nuisibles et moisissures, 11) Agents polluants, 12) Conditions atmosphériques défavorables, 13) Séismes, 14) Violence.

Chaque sujet fait l'objet d'une introduction, renvoie à un questionnaire interactif – l'élément clé contenant de 15 à 30 questions (Fig. 1) – ainsi qu'à une base de connaissances. Après avoir répondu aux différentes questions, les utilisateurs et utilisatrices obtiennent une évaluation « *traffic light* » (feux de signalisation) : le « Vert » indique un standard minimum donné, le « Rouge » un standard minimum non atteint et l'« Orange » lorsqu'une menace continue existe. L'évaluation inclura des recommandations sur des mesures d'atténuation ou d'action. Il est possible de sauvegarder la conclusion sous format PDF et d'imprimer le document correspondant. L'utilisation de SiLK est gratuite et ne nécessite aucune inscription. SiLK se veut pratique, accessible et facile à utiliser.

Outre la mise à jour constante du guide SiLK, l'équipe responsable organise des conférences, produit des publications et diffuse du matériel d'information. En outre, le projet qui monte des ateliers et tient des conférences (Fig. 2) est devenu une plate-forme de communication et de dialogue concernant tous types de sujets liés à la protection des biens culturels en Allemagne et à l'international.

#### Référence bibliographique

SiLK - Guide pour la protection des biens culturels :  
<http://www.konferenz-kultur.de/SLF/EN/index1.php?lang=en>

# Conserver dans les demeures habitées

## Résumé

Les discussions concernant la conservation ont souvent lieu dans le contexte de bâtiments et de collections qui ont été habités par le passé, mais qui sont actuellement maintenus pour leur valeur en tant que sites patrimoniaux. En réalité, la plus grande partie du patrimoine demeure entre les mains de particuliers, et la plupart des activités de conservation impliquent une activité privée menée au-delà des organisations caritatives ou des financements par des fonds publics. Au Royaume-Uni, il y a huit fois plus de propriétés en mains privées qu'il n'y a d'hôtels particuliers appartenant à l'English Heritage et au National Trust mis ensemble. De nombreuses demeures historiques sont encore aujourd'hui des maisons familiales. Quel est le niveau approprié de contrôle de la conservation à appliquer dans une maison qui continue d'être une maison habitée ? Notre organisation offre des conseils aux propriétaires en les aidant à trouver un équilibre sur le plan pragmatique.

## Ben Cowell

Directeur général, Historic Houses, Royaume-Uni  
ben.cowell@historichouses.org  
www.historichouses.org

## Mots clés

Historique, maison, privé, propriétaire.

**H**istoric Houses<sup>1</sup> représente la plus grande collection britannique de demeures et jardins historiques en mains privées. Nos membres comprennent plus de 1 500 demeures et jardins historiques listés de Grade I et II (ou leurs équivalents en Écosse, au Pays de Galles et en Irlande du Nord). Nos propriétés membres sont reliées par le fait que beaucoup d'entre elles sont toujours habitées : ce sont des maisons familiales. Quel impact cela a-t-il sur leurs approches de conservation ?

Nos maisons membres subviennent à leurs besoins en grande partie grâce aux efforts du secteur privé. Les propriétés de Historic Houses sur tout le Royaume-Uni accueillent 26 millions de visites chaque année, contribuant ainsi à l'économie avec plus d'un milliard de livres et générant un équivalent de 33 700 emplois à temps plein. En tant qu'attractions touristiques, lieux d'événements et centres d'affaires ruraux, les Historic Houses sont des catalyseurs de la prospérité rurale et des piliers culturels pour les communautés locales. En plus d'être ouvertes pour des visites touristiques journalières, les Historic Houses servent à des réceptions de mariage, des événements d'entreprise, de décor de tournage, d'hébergement de vacances et nombre d'autres utilisations professionnelles.



*Fig. 1*  
Marchmont-The Curries.  
(© The Curries)



*Fig. 2*  
The Hon. Nicholas Howard  
applique la première  
couche de feuille d'or sur la  
lanterne de la cupole du  
château de Howard.  
(© Mike Cowling /  
Turnstone Media)

De nombreuses œuvres d'art sont accrochées aux murs des résidences indépendantes. Par exemple, il y a cinquante fois plus d'œuvres d'art conservées dans le cadre du régime d'exonération conditionnelle que dans la National Gallery, à Londres. Pourtant, il y a peu de subventions publiques disponibles pour effectuer des actions de conservation dans les résidences privées, et les avantages fiscaux sont généralement limités à des accords fiscaux sur le capital (comme la possibilité de demander une exonération conditionnelle de l'application complète des droits de succession en échange de l'ouverture de la résidence et des collections au public). Néanmoins, les propriétaires privés d'importantes propriétés classées ont clairement des obligations envers le maintien continu et la conservation de leurs biens patrimoniaux.

Grâce à Historic Houses, nous offrons aux propriétaires la possibilité de participer à des ateliers sur l'entretien, afin leur présenter les principes de base et les techniques de conservation des biens historiques ainsi que les techniques spécifiques pour prendre soin de différents types de matériaux. En réalité, des décisions à caractère plus pragmatique sont nécessaires lorsque l'on prend en considération la conservation dans la maison habitée. Des œuvres d'art peuvent être accrochées aux murs de pièces qui sont encore utilisées pour des événements sociaux et pour la vie de famille en général. Un contrôle précis de la lumière du soleil, des températures et de l'humidité doit être effectué pour ce qui concerne les besoins humains et le confort, ainsi que pour le soin à long terme des collections. Telle est la réalité pragmatique de beaucoup des actions de conservation au Royaume-Uni.

**Note**  
[1] [www.historichouses.org](http://www.historichouses.org).



# Monumentenwacht Intérieur...

## Qui ? Quoi ? Pourquoi ?

### Résumé

*Monumentenwacht* : un partenaire idéal pour seconder la maintenance de bâtiments et intérieurs historiques.

### Mots clés

Préventif, conservation, historique, intérieurs.

### An Breyne

Conservateur-restaurateur,  
Monumentenwacht Limbourg,  
Belgique  
an.breyne@patrimoon.be  
mowa@limburg.be

La Belgique se compose de deux régions, l'une francophone et l'autre flamande. *Monumentenwacht* n'existe qu'en Flandre, pas dans la région francophone ni à Bruxelles. En Flandre, chaque province dispose de son propre détachement, séparé en deux équipes, l'une se chargeant des extérieurs et l'autre des intérieurs. Pour guider les différentes provinces, il y a un *Monumentenwacht Vlaanderen*.

*Monumentenwacht* est une organisation au service de chaque propriétaire, gestionnaire d'un monument historique, protégé, non privé, partenariats, conseil d'administration et commission publique ou conseils paroissiaux.

En adhérant à *Monumentenwacht*, ces derniers reçoivent de nombreuses brochures portant sur l'entretien, de manière à informer et à sensibiliser à la question de l'entretien et à la rénovation des bâtiments historiques et de leurs intérieurs.

*Monumentenwacht Intérieur* entend assister, encourager et apporter son soutien aux propriétaires et gestionnaires de patrimoines de grande valeur historique, tels que des églises, des chapelles, des gares, des demeures, des châteaux, etc.

Nous proposons les services suivants : inspections, conseils et réparations urgentes.

À la demande du propriétaire, nous procédons à une inspection et réalisons une étude sur les intérieurs et les objets (Fig. 1). Ce contrôle systématique est effectué de façon régulière, au moins tous les quatre ans, afin d'évaluer leur état de conservation. Le rapport/l'étude qui en résulte inclut l'état de conservation de l'intérieur, de l'objet ainsi que les altérations. Ce manuel préconise des recommandations visant à améliorer la conservation et/ou l'entretien. Nous fournissons également des *onderhoudsfiches*, des



*Fig. 1*  
Inspection d'une sculpture polychrome datant du XIX<sup>e</sup> siècle.



*Fig. 2*  
Élimination de moisissure sur une pièce polychrome datant du XIII<sup>e</sup> siècle.

fiches d'entretien, des lignes directrices concernant l'intérieur ou l'objet qui a fait l'objet de l'inspection.

Des paroles et des actes... Nous procédons aussi à de petites interventions urgentes. Il peut s'agir d'éliminer la poussière ou les moisissures, d'effectuer un traitement contre les termites ou des traitements d'anoxie, de stabiliser les couches de peinture de sculptures et tableaux, d'emballer correctement les objets mis en réserve, entre autres.

Nous organisons gratuitement des ateliers et symposiums, sur demande, pour fournir des explications et indiquer de quelle façon traiter correctement les objets. Exemples : *L'entretien du métal* ou *Comment stocker les textiles*.

Nous nous distinguons par notre objectivité et agissons dans un cadre non commercial. Nous obtenons ainsi des résultats optimaux, avec un budget réduit.

Nous participons à la conservation et à la gestion, en vue de préserver les bâtiments, les intérieurs et les objets qui ont une valeur historique, pour les transmettre aux générations futures.

Nous tissons une relation de confiance avec nos membres, nécessaire pour atteindre notre objectif. Nous travaillons en partenariat avec les propriétaires et les gestionnaires de patrimoine de valeur historique, en leur prodiguant des conseils et en leur apportant notre aide, pour répondre à leurs besoins particuliers.

Comme je l'ai précédemment mentionné, il faut passer des paroles aux actes, à travers des interventions et des réparations urgentes qui permettront d'éviter une restauration à la fois invasive et onéreuse (Fig. 2). Pour des travaux de conservation-restauration de plus grande envergure, comme par exemple un intérieur complet, nous recommandons de faire appel à des professionnels, des architectes et des conservateurs-restaurateurs.

Il vaut mieux prévenir que guérir.

# La conservation préventive à la Villa Reale de Monza : stratégies et outils pour une planification à long terme

## Résumé

La Villa Reale de Monza est une résidence impériale autrichienne édifiée en 1780-1783. Conçue par l'architecte Giuseppe Piermarini, elle est encadrée d'un magnifique parc émaillé de plusieurs bâtiments historiques. Au cours des décennies suivantes, la Villa a été achevée et enrichie sous le règne de Napoléon I<sup>er</sup> et de la dynastie de la Maison de Savoie.

L'intérieur de la Villa est orné de décorations datant de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle à la fin du XIX<sup>e</sup>. Abandonnée pendant plusieurs décennies, la Villa a fait l'objet d'une restauration complète en 2014, menée dans le cadre d'un accord de partenariat public-privé qui permet d'ouvrir en permanence la partie centrale de la Villa au public.

Cette étude de cas ne manque pas d'intérêt sous différents aspects : la complexité des questions de conservation, une approche de la conservation, préventive et planifiée, adoptée en vue des activités de gestion, des systèmes d'information visant à gérer les installations et la propriété, un partenariat public-privé, ainsi que l'intégration de la conservation et la valorisation.

## Mots clés

Planification de la conservation, gestion des connaissances, outils informatiques, partenariat public-privé, prévention.

### Stefano Della Torre

Professeur, Département ABC,  
Polytechnique de Milan, Italie  
stefano.dellatorre@polimi.it  
www.abc.polimi.it

### Alessandro Lai

Professeur, Département ABC,  
Polytechnique de Milan, Italie  
www.abc.polimi.it

### Rossella Moiola

Consultante pour le Consorzio  
Villa Reale e Parco di Monza,  
Italie  
rossellamoiola@libero.it  
www.reggiadimonza.it

### Alessandra Pili

Politecnico di Milano,  
département ABC  
www.abc.polimi.it

### Eleonora Rosso

Nuova Villa Reale Monza spa  
e.rosso@villarealedimonza.it  
www.villarealedimonza.it

L'intervention porte sur l'élaboration du plan de conservation, un outil essentiel à l'évaluation des risques qui s'inscrit dans le cadre d'une conservation à long terme. L'instrument facilite l'analyse de l'interaction du bâtiment, des intérieurs et des différents risques. La question des relations entre le mobilier historique, les décorations, les collections et la structure bâtie joue un rôle de premier plan dans la compréhension des mécanismes de détérioration, ainsi que dans l'évaluation des risques et la gestion des activités de conservation.

Une base de données relationnelle a été adoptée comme outil, spécialement étudié pour la mise en place d'une méthodologie de conservation adaptée à la complexité de bâtiments historiques. La base de données a été initialement alimentée par une grande quantité de données provenant de rapports finaux conformes aux travaux de conservation-restauration achevés en 2014, puis par le rapport sur l'inspection générale effectuée à l'été 2016, et enfin par le signalement de tout événement pertinent.

Fig. 1

Façade de la Villa Reale di Monza. (© Consorzio Villa Reale di Monza)



Dans un contexte italien, la mise en œuvre de contrôles planifiés, petites réparations et prise en compte des facteurs de risque dans la gestion des installations, est tout à fait innovante, qui plus est, dans le cadre d'un accord de partenariat public-privé [Moioli *et al.*, 2018].

Cette recherche-action a été menée dans le cadre de deux projets : Province de Monza et de la Brianza et le projet JPI Heritage+ appelé « CHANGES » (Actions relatives au patrimoine culturel : Nouveaux objectifs et avantages pour l'économie et la société). Ainsi les auteurs ont-ils pu participer à l'ensemble du processus, des travaux de réflexion aux premières actions de supervision et contrôle.

Les résultats escomptés de cette étude en cours sont l'optimisation de la collecte de données, l'efficacité de la prévention et l'évaluation des coûts dans une perspective à long terme, ainsi que l'équilibre entre la conservation et la jouissance du public<sup>1</sup>.

#### Note

[1] Les auteurs remercient la Nuova Villa Reale Monza spa ; le Consorzio Villa Reale e Parco di Monza ; la Fondazione Cariplo ; la Provincia di Monza e Brianza ; le JPI Heritage+ Program.

#### Référence bibliographique

MOIOLI R., BONIOTTI C., KONSTA A., PILI A., 2018. « Complex properties management : Preventive and Planned Conservation applied to the Royal Villa and Park in Monza ». *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development* 8 (2), p. 130-144.





Maisons traditionnelles du village  
des tisserands de Paithan, Maharashtra, Inde.  
© Ruichita Belapurkar



TABLE RONDE 2

# Conservation préventive et enveloppe architecturale : protocoles d'entretien



## **Modérateur**

Pedro Nunes de Brito Serra Vaz  
*Architecte en chef,*  
*Présidence portugaise*

## **Interventions de**

Flavia Belardelli  
Ruichita Belapurkar  
Pedro Nunes de Brito Serra Vaz

# La conservation préventive des parements en pierre des grandes façades du palais royal de Caserte

## Résumé

Suite à l'effritement de fragments du parement en pierre, les façades du palais royal de Caserte ont récemment fait l'objet de travaux de réfection. Les travaux, effectués sur plus de 64 000 m<sup>2</sup>, ont duré trois ans et coûté 16 millions d'euros. Il est, dès lors, devenu essentiel de définir une stratégie visant à prévenir les causes de la détérioration des pierres tout en surveillant l'état des moulures architecturales, afin d'éviter le risque de nouveaux dégâts ou chute, et en limitant les coûts liés à de futures interventions.

## Flavia Belardelli

Responsable de la conservation  
architecturale du palais royal  
de Caserte  
flavia.belardelli@beniculturali.it  
www.reggiadicaserta.  
beniculturali.it

## Mots clés

Caserte, palais royal, détérioration des pierres, système de contrôle.

**U**n diagnostic et des tests ont été réalisés pendant les travaux de réfection. Il est ressorti que les effritements résultaient, en général, de l'infiltration d'eau dans le calcaire.

Une gouttière intégrée dans la partie supérieure du mur extérieur recueille les eaux pluviales qui ruissellent du toit. Les mauvaises herbes, voire des arbrisseaux, qui poussaient au sommet des murs extérieurs, obstruaient la gouttière, empêchant ainsi toute évacuation et favorisant la pénétration de l'eau de pluie dans les joints entre les blocs et le cœur de la pierre. L'eau absorbée par la pierre se transformait en cristaux de glace en hiver, endommageant le parement, détériorant la calcite le long des veines géologiques et entraînant le détachement et la chute de fragments de maçonnerie, de petite et grande taille. En fait, la majeure partie des fissures se concentrait dans la grande corniche en saillie située en dessous de la gouttière.

Il s'est alors avéré nécessaire de définir une stratégie visant à protéger les corniches, les piliers/pilastres, les colonnes, les chapiteaux et les parements des dommages provoqués par l'infiltration d'eau et de contrôler l'état de conservation de la maçonnerie, effectuant ainsi un premier pas vers un système général de conservation préventive.

À titre d'expérience, un système automatique a été installé afin de pulvériser la gouttière située à la base du toit avec un herbicide, en vue de réduire la pousse de mauvaises herbes. Le dispositif fonctionne sur la partie supérieure des façades extérieures sud et ouest.

*Fig. 1*  
Avant les travaux de  
rénovation : détérioration  
des moulures en pierre liée  
à l'eau de pluie.



Toutes les surfaces horizontales des moulures des façades, exposées à la pluie, ont été recouvertes d'une protection hydrofuge, de manière à éviter l'infiltration d'eau dans les matériaux en pierre.

Un système de contrôle a été posé à l'angle de la façade principale, l'un des endroits les plus critiques du bâtiment, pour vérifier la stabilité et mesurer l'effet des variations de la température extérieure et des vibrations environnementales sur les blocs de pierre. Ce système est équipé de plusieurs capteurs, lesquels sont reliés à des enregistreurs de données transmettant les valeurs de température et micro-routage à un appareil périphérique. Le système surveille les blocs de pierre les plus vulnérables, concernant la configuration géométrique, l'aspect saillant, l'exposition à la pluie et la localisation précise à l'intérieur de la structure architecturale. Un logiciel spécialisé enregistre les données et émet des signaux d'alarme lorsque les valeurs de la température extérieure et des vibrations dépassent le seuil de sécurité, ce qui permet de contrôler le moindre écart de l'axe horizontal, qui indiquerait à son tour le besoin de vérifier l'état de la façade en pierre à l'aide d'une nacelle.

Toutes les données collectées au cours de la phase de conservation-restauration grâce à divers instruments, tels que des scanners laser 3D, la thermographie infra-rouge et la magnétométrie, ont été rassemblées sur une plate-forme unique (système de diagnostic intégré).

Le système permettra de comparer l'état de conservation des façades avant la réfection et les données qui seront enregistrées au bout de quelques années, en répétant l'exercice au moyen d'un scanner laser. Il sera ainsi possible de surveiller l'état de conservation des façades et de planifier des travaux d'entretien dans un délai convenable, afin de lutter contre la détérioration des matériaux de construction.

#### Référence bibliographique

DE GENNARO M., CALCATERRA D., LANGELLA A., 2013. *Le pietre storiche della Campania dall'oblio alla riscoperta*. Naples : Luciano Editore.

# Étude sur les faiblesses structurelles du Palais présidentiel portugais

## Résumé

Le Palais de Belém était autrefois une résidence de campagne seigneuriale ; sa construction commença au <sup>xvi</sup><sup>e</sup> siècle, se poursuivit au <sup>xvii</sup><sup>e</sup>, lorsqu'on édifia la partie principale, puis continua à subir des modifications et des ajouts jusqu'au <sup>xx</sup><sup>e</sup> siècle. En 1726, le roi Jean V acheta la résidence, qui fut nommée le Petit Palais Royal jusqu'en 1910 et qui devint, après la Révolution républicaine, le Palais présidentiel du Portugal. À l'intérieur du Palais se trouve le bureau du Chef de l'État. Lieu de représentation et centre politique, il sert, entre autres, à accueillir des invités et des délégués venant du monde entier.

En raison de sa date de construction, ses structures sont anciennes et conçues avec des techniques désuètes.

En 1755, lorsqu'un énorme tremblement de terre frappa Lisbonne, le Palais de Belém fut épargné, bien qu'il ne comportât aucune structure antisismique. Ensuite, lors de la reconstruction de la ville, la plupart des bâtiments furent édifiés à nouveau, en utilisant un nouveau système antisismique.

Suite à la demande de la présidence, en mai 2014 le Laboratoire National de Génie Civil (LNEC) fut chargé de réaliser une étude dans le but d'analyser la vulnérabilité sismique du bâtiment.

Cette étude vise à évaluer les risques et à fournir les informations nécessaires aux renforcements structurels préventifs, ce qui devra être fait dans le respect des principes de conservation du patrimoine.

## Mots clés

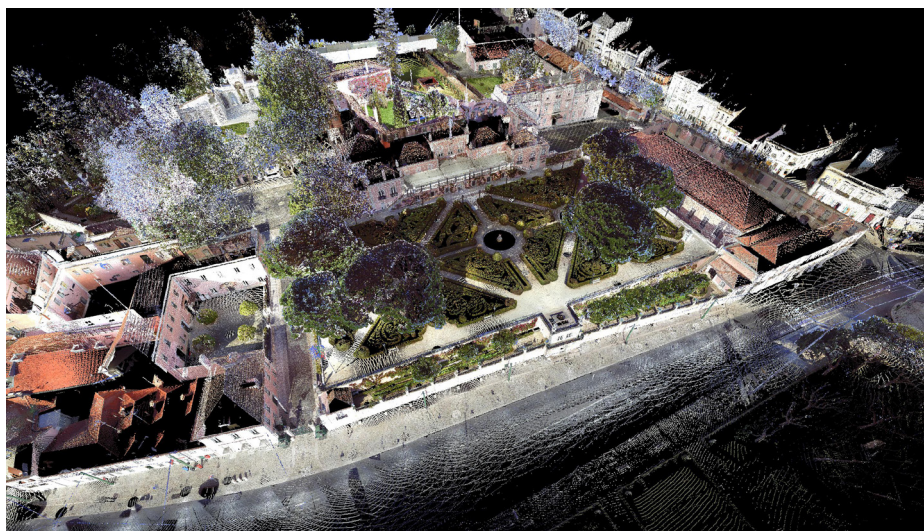
Palais présidentiel, enquête structurelle, évaluation des risques, consolidations.

### **Pedro Nunes de Brito Serra Vaz**

Secrétaire général de la  
Présidence de la République,  
Palais national de Belém,  
Portugal  
pedrovaz@presidencia.pt

### **Bárbara Lhansol da Costa Massapina Vaz**

Faculté d'Architecture,  
Université de Lisbonne.  
Pôle Universitaire de Ajuda,  
Portugal  
blvaz@fa.ulisboa.pt



*Fig. 1*

Nuages de points :  
balayage laser 3D et  
photogrammétrie digitale  
(381,5 M de points).  
(© Groupe de recherche  
ArcHC\_3D, FA, Université  
de Lisbonne)

### Le bâtiment et son contexte

En tant que siège du bureau officiel du Président, le Palais est depuis plus d'un siècle un centre politique et un lieu de cérémonie pour la représentation de l'État, accueillant d'importants invités politiques venant du monde entier. Logé dans l'enceinte du Palais, le musée de la Présidence reçoit chaque jour un grand nombre de visiteurs, en particulier pendant le week-end, lorsque toutes les grandes salles de cérémonie sont accessibles au public.

Dans ce contexte, la stabilité et la sécurité structurelle sont essentielles pour la conservation du patrimoine culturel mais aussi pour la sécurité générale des utilisateurs et des invités.

Étant une structure ancienne, la stabilité du Palais avait été conçue avec des méthodes et des techniques d'autrefois, utilisant des matériaux traditionnels. En 1755, un énorme tremblement de terre a eu lieu à Lisbonne – on pense qu'il a atteint la magnitude 9 sur l'échelle de Richter. En raison de l'effondrement de presque tous les bâtiments du centre-ville, les nouveaux édifices ont ensuite été tous construits à l'aide d'un nouveau système anti-sismique – la « *gaiola pombalina* », nommé ainsi en souvenir du marquis de Pombal, le Premier Ministre de l'époque –, qui est composé d'une grille de bois en 3D.

### La recherche

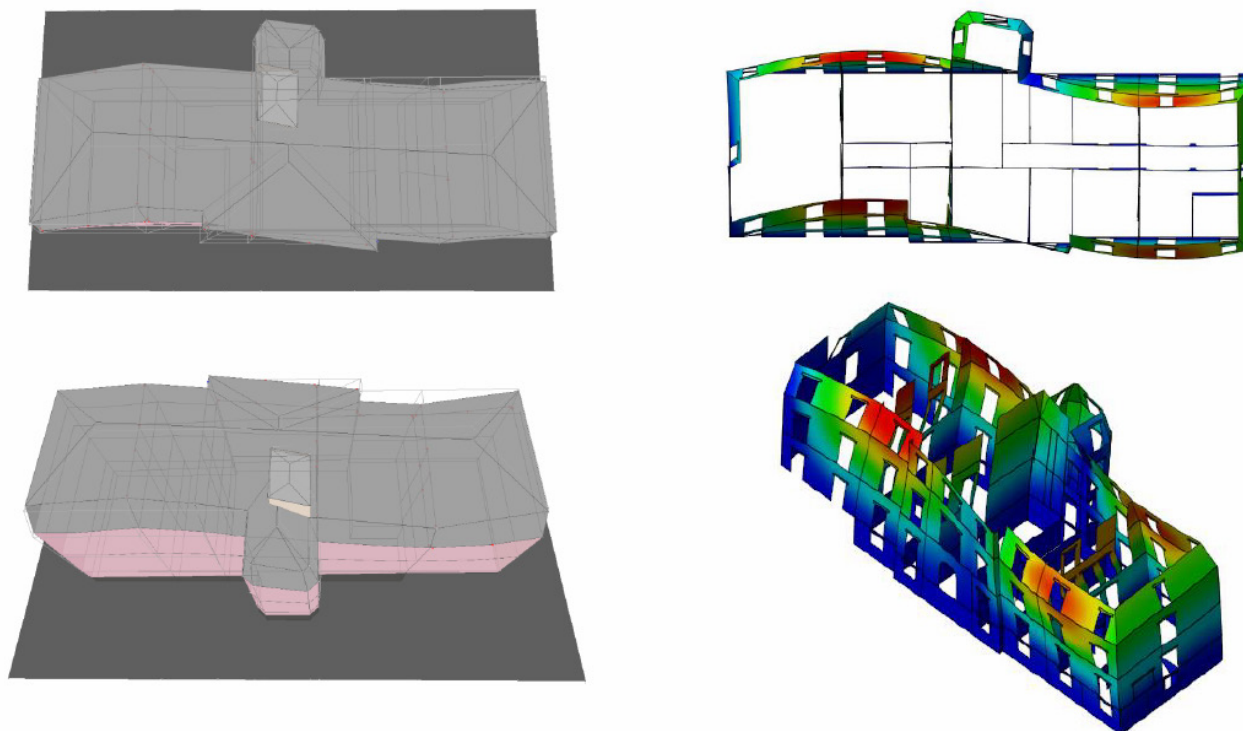
En mai 2014, le Laboratoire National de Génie Civil (LNEC) a été chargé par la Présidence de mener une étude sur les faiblesses structurelles des bâtiments du Palais de manière à pouvoir identifier les zones potentiellement dommageables en prévision d'un futur tremblement de terre. Un modèle vectoriel virtuel 3D a été conçu pour évaluer sa stabilité sismique. Certaines vulnérabilités ont ensuite été identifiées, nécessitant des analyses plus approfondies.

Une numérisation 3D conçue en 2011 (Fig. 1) a été utilisée pour manipuler le complexe tout entier comme s'il s'agissait d'une maquette, ce qui a permis de l'observer sous différentes perspectives, y compris des élévations 2D, et d'identifier des problèmes que l'on n'aurait pas pu déceler sur le terrain. Certaines distorsions trouvées à l'époque dans les murs extérieurs des pièces principales ont été mises sous surveillance. Sept ans plus tard, une autre numérisation a été faite des mêmes zones qui posaient problème pour pouvoir suivre leur évolution.

Après le rapport final du LNEC, des experts en ingénierie spécialisés dans ce système de construction auprès des universités portugaises d'ingénierie ont été chargés de concevoir des renforcements structurels. Les travaux ont été confiés au « Lest », le laboratoire de la structure de l'Université de Minho.

Avant de commencer à définir des solutions de renforcement, une équipe de recherche de l'Université de Minho a procédé à une étude très détaillée pour identifier la résistance, la modulation, l'état de conservation,





les articulations et l'état de santé de chaque pièce, afin d'obtenir une caractérisation et une définition parfaite de chaque composant. Deux sortes de tests modérément destructifs ont été réalisés, l'un à l'aide de vérins plats (simples au début, puis doubles ensuite) et un autre consistant à extraire des carottes (des échantillons des murs). Des tests non destructifs ont aussi été faits, tels que des tests sonores, au radar et au résistographe, des images ont été prises avec des caméras thermographiques, des mesures d'humidité ont été relevées, etc. Les carottes ont été transportées au laboratoire de l'Université de Minho où elles ont été compressées jusqu'à leur effondrement, ce qui a permis d'évaluer leur résistance. Ces informations, avec toutes les données de l'étude ont été photographiées, répertoriées, décrites et assemblées dans un modèle 3D, qui a ensuite été virtuellement secoué pour pouvoir analyser le comportement structurel des bâtiments en cas de séisme (Fig. 2).

## Conclusion

Le patrimoine culturel construit dans des zones sismiques tel que le Palais présidentiel portugais nécessite une attention particulière pour ce qui concerne son intégrité physique et sa stabilité. Les besoins estimés du comportement structurel doivent être étudiés afin de garantir des conditions minimales de sécurité en cas de séisme, tant pour la conservation du patrimoine culturel que pour les gens qui se trouvent à l'intérieur.

## Bibliographie essentielle

LOURENÇO P. (dir.), 2016. *Palácio de Belém, Levantamento Estrutural e caracterização de Materiais* 28. Université de Minho : ISISE.

VAZ P., 2016. *Conservação do Património e Funções de Estado*. Thèse de doctorat, Faculté d'Architecture, Université de Lisbonne.

*Fig. 2*  
Résultats expérimentaux  
et formes de mode de  
l'analyse modale.  
(© Institut d'innovation  
durable en ingénierie  
structurelle, Université de  
Minho)

# Les méthodes d'entretien traditionnelles pour la préservation du bâti des maisons vernaculaires dans le village des tisserands de Paithan, Maharashtra

## Ruchita Belapurkar

Architecte, IHCN Indian  
Heritage Cities Network, Inde  
Projets Vaastu Vidhaan  
ruchita.belapurkar@gmail.com

## Resumé

Les maisons traditionnelles avec cour, connues sous le nom de *wadas*, ont évolué à travers l'Inde occidentale en réponse au climat. Les *wadas* de Paithan au Maharashtra ont été étudiées dans cette recherche parce qu'elles présentent une combinaison unique de technologie, forme urbaine, art et décoration. En raison de la disponibilité de matériaux modernes, le calendrier d'entretien des *wadas* a dévié du cycle traditionnel.

Les méthodes traditionnelles d'entretien ainsi que la conservation préventive ont été étudiées et corrélées avec le calendrier des festivals hindou. L'étude aidera à faire renaître ce système et ce calendrier d'entretien traditionnel.

## Mots-clés

Architecture vernaculaire, systèmes de savoir traditionnels, cycles d'entretien.



Fig. 1

Photo montrant la variété de matériaux utilisés pour construire l'enveloppe extérieure des *wadas*.  
(Source : l'auteur)

Mois Marathi	Saison	Festivals	Mois grégorien	Condition climatique	Cycle d'entretien
Chaitra	Vasant (printemps saison des récoltes)	<b>Gudi padva</b> Nouvel an	mars et avril	Temp. moy. - 32 °C Humidité < 18 %	Nettoyage de toute la maison
Vaishakh	Grishma (été)	<b>Akshaya Tritiya</b> Une journée propice pour le souvenir des ancêtres			
Jyeshtha		<b>Vat Pournima</b> Les femmes prient pour la longévité et la santé des maris et la famille	mai et juin	Temp. moy. - 36 °C Humidité < 27 %	
Ashadha	Varsh (mousson)	<b>Guru Pournima</b> <b>Divyanchi</b> <b>Amavasya</b>			Nettoyage de toutes les lampes à l'huile (lampes traditionnelles)
Shraavan		<b>Narali Pournima</b> Nouvelle saison pour pêcher	juillet et août	Temp. moy. - 30 °C Humidité > 70 %	
Bhadrapada	Sharad (saison de récolte automnale)	<b>Ganesh Chaturthi</b> <b>Anant</b> <b>Chaturdashi</b>			Nettoyage de toute la maison
Ashwin		<b>Nauratra</b> <b>Dussera</b> <b>Kojagiri</b>	septembre à mi-novembre	Temp. moy. - 26 °C Humidité < 50%	Nettoyage du toit
Kartik	Hemanta (automne)	<b>Diwali</b>			Nettoyage de toute la maison y compris l'entretien préventif des éléments en bois.
Marghashirsha			novembre et décembre	Temp. moy. - 22 °C Humidité < 35 %	
Pausha	Shishira (hiver)				
Magha		<b>Maha Shivratri</b>	janvier et février	Temp. moy. - 22 °C Humidité < 30 %	
Phalguna	Vasant (saison de récolte printanière)	<b>Holi</b> Célébration du printemps			

Fig. 2

Colonnes en bois de teck  
ornementées dans les  
*wadas* de Paithan.  
(Source: l'auteur)



Les maisons traditionnelles avec cour dans la partie occidentale de l'Inde, en particulier au Maharashtra, connues sous le nom de *wadas*, sont construites avec de la pierre locale ou de la brique avec du mortier de chaux et un cadre en bois structurel composé de colonnes et de poutres de teck.

L'architecture des *wadas* à Paithan est différente de celle des *wadas* typiques du Maharashtra parce qu'elle est asymétrique et qu'elle présente des ornements (Fig. 1 et 2).

La population Marathe du Maharashtra suit le calendrier *shalivahana* hindou, où le nouvel an *shaka* commence avec le festival du Gudhi Padwa<sup>1</sup>. Le temps et les conditions climatiques sont liés puisque les festivals suivent le calendrier lunaire et marquent le début des saisons.

Les *wadas* sont régulièrement entretenues selon le calendrier hindou par les femmes au foyer, avec un entretien plus approfondi avant les deux principaux festivals, celui de Diwali et de Gudi Padva (Tab. 1). Le cycle d'entretien comprend l'entretien préventif des éléments en bois, en pierre et en brique pour prolonger leur durée tout en veillant au nettoyage et à l'imperméabilisation du toit.

Les données recueillies et les pratiques observées montrent un système de savoir traditionnel profondément enraciné pour ce qui concerne le cycle d'entretien des structures. Il est directement lié aux saisons et à la communauté.

Tab. 1

Liens entre les festivals,  
les saisons, les conditions  
climatiques et le cycle  
d'entretien des *wadas* du  
Maharashtra.

#### Note

[1] <http://www.theinfolist.com/php/SummaryGet.php?FindGo=Maharashtrians>.

#### Références bibliographiques

MORWANCHIKAR R. S., 1985. *Woodwork of Western India*. Delhi : D P Taneja.  
BELAPURKAR R., 2016. *Conserving the Historic core of Paithan*. Delhi : SPA, Delhi.







TABLE RONDE 3

# Conservation préventive et gestion du climat dans les demeures historiques



## **Modérateur**

Sarah Staniforth  
*Ancienne présidente de l'IIC,  
Institut International  
pour la Conservation*

## **Interventions de**

Veronica Ambrosoli  
Danilo Forleo  
Philippe Goergen  
Sarah Staniforth  
Aurora Totaro

# Les directives environnementales internationales et les collections dans les demeures historiques et les châteaux-musées

## Résumé

Cette contribution examine les raisons pour lesquelles les normes environnementales internationales pour les musées sont inadaptées aux collections exposées dans les demeures historiques et peuvent créer, si elles sont appliquées, des conditions atmosphériques susceptibles d'endommager la structure de ces édifices.

Depuis le milieu du <sup>xx</sup><sup>e</sup> siècle, la température et l'humidité relative recommandées pour les collections muséales sont définies avec précision mais ces normes résultent plus des impératifs de confort des personnes et des possibilités techniques offertes par les systèmes de chauffage, de ventilation et d'air conditionné que de la prise en compte des conditions optimales pour réduire le rythme de détérioration des collections.

En 2014, l'IIC et l'ICOM-CC ont publié des recommandations environnementales et énoncé un certain nombre de principes, dont la nécessité de mieux comprendre les liens complexes entre l'environnement muséal, la dégradation des collections et l'objectif de réduire l'empreinte carbone des musées. L'année suivante, le Groupe Bizot, qui réunit des directeurs de musées, publiait un protocole vert élargissant les normes environnementales recommandées pour les expositions internationales, avec une fourchette de température de 16 à 25 °C et une humidité relative située entre 40 à 60 %, et des variations à la hausse ou à la baisse ne devant pas dépasser 10 % en 24 heures pour cette dernière. Selon les recommandations de l'IIC et de l'ICOM-CC, la préservation des collections devrait exclure le recours à l'air conditionné. Cela vaut particulièrement pour les collections conservées dans des édifices historiques puisque l'installation des appareils et des câbles nécessaires aux systèmes d'air conditionné peut endommager les bâtiments. Il existe aussi des risques liés à l'humidification et à la déshumidification, qui font varier la pression de vapeur à l'intérieur du bâtiment par rapport à l'extérieur : les migrations d'humidité qui en résultent peuvent faire remonter des sels minéraux dans la structure ou créer de la condensation dans les zones froides. En augmentant la fourchette des températures recommandées, nous pensons qu'il est possible de créer des conditions environnementales permettant de réduire au maximum la dégradation des collections, en limitant les fluctuations de l'hygrométrie relative, grâce à des méthodes pour le maintien de bonnes conditions climatiques (Fig. 1).

## Sarah Staniforth

Ancienne présidente de l'IIC,  
Institut International pour la  
Conservation  
[sarah.staniforth@nationaltrust.org.uk](mailto:sarah.staniforth@nationaltrust.org.uk)

*Fig. 1*  
Suivi des conditions  
climatiques du Pavillon  
français, domaine de  
Trianon, château de  
Versailles.  
© EPV/ Didier Saulnier



« Raison et sentiment ».

## Le contrôle microclimatique et la conservation préventive dans les demeures historiques : le cas de la Villa Necchi Campiglio, à Milan

### Résumé

Le FAI - Fondo Ambiente Italiano est la principale fondation à but non lucratif pour la protection, la préservation et la mise en valeur du patrimoine artistique et naturel italien.

Comme ce colloque le montre, l'attention se porte de plus en plus sur la prévention de la dégradation, en agissant sur l'environnement dans lequel l'objet est exposé et non plus sur l'objet lui-même. Autrement dit, ce sont les pratiques de prévention qui sont mises en avant et non plus l'intervention de conservation-restauration, devenue quasi exceptionnelle.

Au sein du patrimoine géré par le FAI, les demeures historiques sont des cas particulièrement intéressants à analyser. En effet, dans ces demeures, la « raison » du respect des standards muséaux contraste souvent avec le « sentiment », le désir de maintenir inaltérées les conditions de cette réalité particulière.

Le cas de la Villa Necchi Campiglio à Milan, un bâtiment du Mouvement moderne, bâti entre 1932 et 1935 par Piero Portaluppi (Milan, 1888-1967), est emblématique d'un point de vue méthodologique et sert de modèle pour tous les biens du FAI.

### Veronica Ambrosoli

Chargée de la conservation préventive et de la restauration, FAI – Fondo Ambiente Italiano  
v.ambrosoli@fondoambiente.it

### Aurora Totaro

Chargée de la conservation préventive et de la restauration, FAI – Fondo Ambiente Italiano  
a.totaro@fondoambiente.it  
www.fondoambiente.it

### Mots clés

Conservation collection, conservation préventive, contrôle climatique, histoire climatique.

**E**n 2005, en vue de la transformation d'une demeure privée en un musée ouvert au public, les adaptations nécessaires à la nouvelle fonction du bâtiment et au respect des normes en matière de climat dans les musées ont été entreprises.

Des équipements climatiques ont été installés dans chaque pièce et les enregistreurs de données nous ont permis d'avoir un diagramme précis des valeurs de la température, de l'humidité et de l'éclairage, ainsi que de leurs variations au cours des saisons.

L'analyse a montré comment les valeurs moyennes ne sont pas en ligne avec les valeurs muséales conseillées. En tant que demeure historique, la Villa Necchi Campiglio constitue un « système » où le patrimoine est extrêmement varié et il s'avère nécessaire de rechercher un compromis entre « l'histoire climatique », c'est-à-dire les conditions thermo-hygrométriques dans lesquelles les objets ont vécu au fil du temps, et les valeurs issues des normes muséales.





*Fig. 1*  
Le jardin d'hiver de la  
Villa Necchi Campiglio, un  
exemple de surface vitrée  
où des films anti-UV ont été  
appliqués. (© Archivio FAI)

*Fig. 2*  
Le salon de la Villa Necchi  
Campiglio, où le patrimoine  
est extrêmement varié et  
différents types d'objets  
coexistent. (© Archivio FAI  
/ Giorgio Majno, 2008)



La Villa a de nombreuses surfaces vitrées ayant une résistance thermique inférieure à celle du reste du bâtiment, ce qui implique naturellement plus de rayonnement. En ce qui concerne la réduction de la luminosité, on est donc intervenu en appliquant un film anti-ultraviolet sur toutes les vitres historiques de la Villa, en utilisant des rideaux techniques ou des doubles-rideaux.

Pour éviter une hausse de la température, une émission massive d'air froid a permis de rendre le système de ventilo-convecteurs installés dans la demeure plus efficace. En outre, la présence de plantes et de stores limite le « surchauffage » et, en même temps, l'ouverture des fenêtres par le personnel de la Villa pendant la journée permet une meilleure circulation de l'air.

Les caractéristiques propres à la Villa, comme la présence d'un double vitrage, assurent une réduction de la perte de chaleur en hiver. Celle-ci est en plus atténuée par l'air chaud émis par les ventilo-convecteurs.

Encore une fois, on a obtenu un compromis entre la « raison » et le « sentiment » en remplaçant progressivement, dans la mesure du possible, les ampoules à incandescence par des ampoules LED à économie d'énergie. Aujourd'hui, on peut en effet trouver des ampoules appropriées à des demeures historiques qui parviennent à produire l'effet d'une « luminosité chaude » qui rappelle en quelque sorte les bougies d'autrefois.

#### Bibliographie partielle

AMBROSOLI V. et TOTARO A., 2014. « La conservazione delle case-museo del FAI », in *Strumenti per la gestione del patrimonio culturale : la proposta del FAI*, Milan.

DELLA TORRE S., 2003. *La conservazione programmata del patrimonio storico-architettonico. Linee guida per il piano di manutenzione e consuntivo scientifico*, Milan.

LUCCHI E., TOTARO A., TURATI F., 2016. « Villa Necchi Campiglio: diagnosi e gestione energetica ». *Casa&Clima* 60 (XI).

PAVONI R. et ZANNI A. (dir.), 2005. « Case-museo a Milano: esperienze europee per un progetto di rete », in *Atti del convegno*, 16 mai 2005, Milan.

SANDWITH H. et STAITON S., 2006. *The National Trust Manual of Housekeeping*, Londres.

# Le suivi climatique du corps central sud du château de Versailles.

## L'identification des seuils de risque pour les collections

### Danilo Forleo

Chargé de la conservation préventive et responsable du programme EPICO, musée national des châteaux de Versailles et de Trianon  
danilo.forleo@chateauversailles.fr

### Résumé

L'identification des seuils de risque liés à l'environnement des collections ainsi que d'indicateurs d'altération facilement observables sur les collections représente un élément fondamental des méthodes d'évaluation en conservation préventive. La littérature scientifique concernant les processus d'altération des collections est très riche, néanmoins il est souvent difficile de réussir à en extraire des informations simples pour le suivi des conditions de conservation des collections. L'application et la simplification de ces principes, compte tenu des contraintes de temps et de la nécessité de pragmatisme auquel le gestionnaire des collections se trouve quotidiennement confronté, s'avèrent donc essentielles.

Ce principe a guidé le travail de l'équipe EPICO dont les premiers résultats ont été exploités dans le cadre du suivi des conditions de conservation du corps central sud du château de Versailles, fermé au public de 2015 à 2018 pour des travaux de rénovation des réseaux techniques, sécurité incendie et amélioration du traitement de l'air. Parmi les paramètres contrôlés, le climat était un élément essentiel du suivi des conditions de conservation du chantier et des collections protégées *in situ*.

### Mots clés

Conservation préventive, demeures historiques, contrôle climatique, seuils de risque.

Nous présentons ici les paramètres pris en compte pour l'identification des seuils de dépassement des valeurs de température et d'humidité relative à risque pour les collections conservées *in situ* dans les espaces du chantier. La régulation du climat a été réalisée par une centrale de traitement d'air (CTA) assurant le chauffage en hiver avec une cible de 13 °C et une ventilation en continu en toute saison sans apport des humidificateurs/déshumidificateurs. Les résultats de ce traitement pendant trois années de chantier ont été très satisfaisants, garantissant la conservation des collections qui ont été inspectées régulièrement et une importante économie d'énergie.

Contrôle de la température et de l'humidité relative, objectifs :

- être alertés seulement en cas de réel danger pour les collections et éviter le risque de « désensibilisation » conséquent à des envois d'alertes



**SEUILS MAX. : HR 90 % ou T 25 °C**

- Le seuil de 90 % HR est établi en fonction du temps minimal de germination des moisissures (24 h) sur les substrats organiques à 25 °C.
- À 90 % les écarts sont plus dangereux que dans les plages intermédiaires comprises entre 40 % et 60 HR % (altérations mécaniques).

**SEUILS MIN. : HR 30 % OU 5 °C**

- Le seuil de 30 % est basé sur le temps de réaction des matériaux hygroscopiques.

Ex. Le bois non peint/vernis réagit après 5 / 7 jours d'exposition à un taux de HR < 30 %.

À 30 % se situe le point de rupture des peintures traditionnelles (système toile, colles, film), un réseau de craquelures est susceptible de se développer.

**Délai d'alarme : 60 minutes** - si la T °C ou l'HR % dépassent ces seuils, l'alerte se déclenche après 60 minutes.

**SEUILS DES FLUCTUATIONS : 6 °C ou 10 % HR**

**Délai d'alarme : 60 minutes** - si la T °C ou l'HR % dépassent ces écarts dans une période de 60 minutes, l'alerte se déclenche. Ces seuils complètent le système d'alerte sur les fluctuations rapides liées aux éventuels dysfonctionnements des CTA.

**SEUIL DE CONFORT : HR 40 – 75 % ; T °C 10 – 20 °C**

- Plage de conformité basée sur les limites de T. et HR inférieures aux conditions de germination des moisissures (75 % de HR et 25 °C pendant 15 jours)

**Délai d'alarme : 24 heures** - si les plages de T °C et HR % dépassent ces seuils, l'alerte se déclenche après 24 heures.

Ce paramétrage est établi en fonction du :

- temps de réponse des collections conservées *in situ* les plus sensibles aux fluctuations climatiques : 5/ 7 jours à des taux d'HR inférieurs à 30 %
- temps de réaction à l'alerte par l'équipe de conservation préventive et action corrective apportée par les techniciens des CTA : 2 jours
- temps de retour aux valeurs souhaitées après la correction des consignes (prise en compte de la capacité des CTA, l'inertie du bâtiment, la sensibilité des matériaux aux écarts de HR %) : 2 jours.

→ L'alerte est donc envoyée au-delà de 24h de sortie des plages de conformité, ce qui permet un retour à des conditions climatiques correctes (5 jours) avant le temps estimé de réaction des matériaux des collections les plus sensibles (5-7 jours pour le bois non peint ou vernis/ peintures).

répétées, non pertinentes, pour lesquelles des actions correctives ne s'avèrent pas nécessaires (par exemple, dépassement du seuil de 75 % HR  $\pm$  5 % et permanence de ce taux pendant trois heures) ;

- réagir avant qu'une modification irréversible des matériaux des collections se produise suite à une dégradation des conditions climatiques.

Grace à un système de télémessure il a été possible d'assurer une veille climatique en temps réel du chantier avec report d'alarme mail/SMS en cas de dépassement des seuils de risque pour les collections.

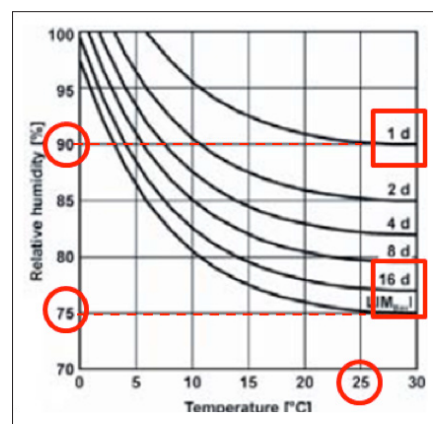
**Identification des seuils de température et d'humidité relative**

Plusieurs facteurs ont été pris en compte :

- les résultats des études réalisées sur la réponse des matériaux des collections exposées en conditions réelles aux fluctuations climatiques ;
- le risque de développement de moisissures ;
- l'inertie du bâtiment et les performances des CTA ;
- le temps moyen de réaction à l'alerte : retour aux conditions climatiques idéales  $\leq$  temps de levée de doute de l'alerte par l'équipe de conservation + temps de prise en charge et application de la nouvelle consigne par les équipes chargées de la régulation des CTA.

Fig. 1  
Paramétrage des seuils d'alerte.

Fig. 2  
Prévision de la formation de moisissures à la surface et à l'intérieur d'un composant du bâtiment [Sedlbauer et Martens, 2001].

**Bibliographie partielle**

- MARTENS M., 2012. *Climate risk assessment in museums*, thèse de doctorat, Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- ROCHE A., 2003. *Comportement mécanique des peintures sur toile : mécanismes de dégradation*. Paris : CNRS Éditions.
- SEDLBAUER, K. 2002. « Unwanted Biological Growth in and around

Buildings ». In : *Things that grow on and in buildings*. Rosenheim : Rosenheimer Fenstertage.

STROJECKI M., LUKOMSKI M., KRZEMIEN L., SOBCZYK J., BRATASZ Ł., 2014. « Acoustic emission monitoring of an eighteenth-century wardrobe to support a strategy for indoor climate management ». *Studies in conservation* 59, p. 225-232.



# Les états et les conditions de conservation des collections au musée historique de Villèle, île de La Réunion

**Philippe Goergen**

Chef du département  
conservation préventive  
Centre de recherche et de  
restauration des musées de  
France (C2RMF)  
philippe.goergen@culture.  
gouv.fr

**Aurélié Mac Luckie**

Restauratrice  
am.restauration@gmail.com

**Jocelyn Périllat**

Chargé d'étude documentaire,  
C2RMF  
jocelyn.perillat@culture.gouv.fr

**Natacha Provensal**

Conseillère Musées-Arts  
plastiques, Dac océan Indien  
natacha.provensal@culture.  
gouv.fr

**Résumé**

L'étude climatique et la surveillance des collections de quatre musées de La Réunion de 2015 à 2017 montrent que la température et l'humidité relative à l'intérieur du musée historique de Villèle sont élevées mais assez stables pour un édifice non climatisé. Le bon état général des collections exposées et l'absence d'altération évolutive témoignent d'une certaine « acclimatation » des œuvres. Revenir à une gestion de la lumière et de la ventilation plus proche du mode d'habiter vernaculaire (en adaptant les dispositifs anti-intrusion) permettrait sans doute d'améliorer encore les conditions de conservation et de visite.

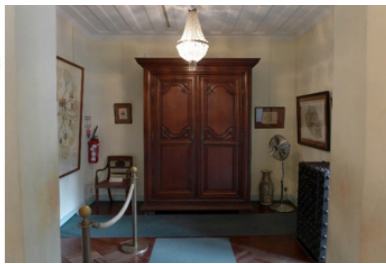
**Mots clés**

Conservation, musée, demeure historique, milieu tropical.

**A** 478 m d'altitude sur la côte ouest de l'île de La Réunion, le musée de Villèle, l'un des plus anciens domaines agricoles sucriers de l'île, abrite les meubles et objets d'arts décoratifs d'une famille terrienne nantie de La Réunion coloniale. Il expose des estampes, illustrations, cartes et plans, des huiles sur toiles, des tapisseries et des vêtements, de la vaisselle



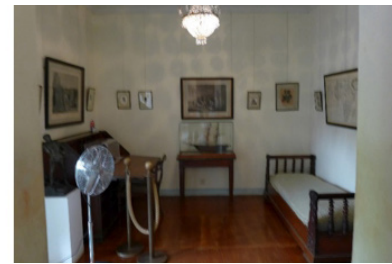
*Fig. 1*  
Façade ouest du musée.  
(© C2RMF-PhG)



1. Entrée



2. Galerie



3. Bureau



4. Chambre



5. Salon



6. Salle à manger

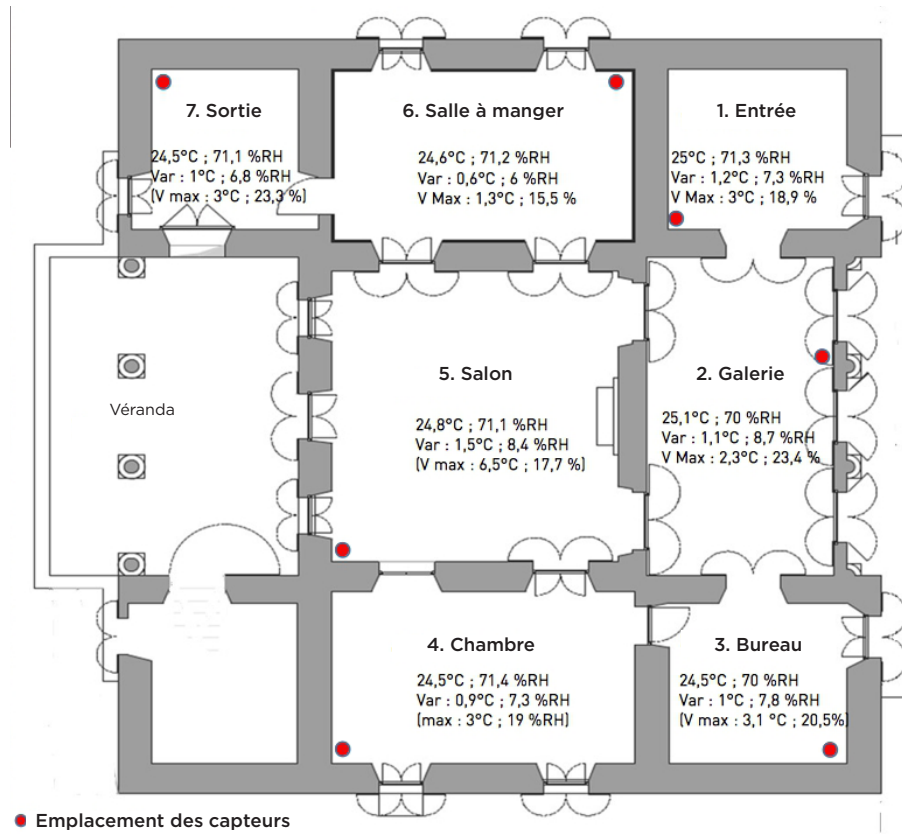


Fig 2  
Données climatiques.  
(© C2RMF-PhG)

Outdoors climate	T°C Ext	%R HExt	Var T°C Ext	Var %HR Ext
Average	22	80,1	6,5	19,4
Minimum	13,6	46,4	2,1	1
Maximum	32,1	100	11,4	41,4

et de l'argenterie [Barbier, 2014] sous un climat tropical humide, variable selon la saison, l'altitude, l'exposition aux alizés et à la pluie (Fig. 1).

La maison de maître diminue notablement l'humidité extérieure de 80,1 % HR à environ 70,8 % HR mais sa température intérieure à 24,7 °C affiche 2,7 °C de plus que l'extérieur à 22 °C.

Le bâtiment amortit l'amplitude moyenne des variations journalières de 6,5 °C et 19,4 % HR en extérieur à 1,07 °C et 7,4% HR à l'intérieur, comme les bâtiments mesurés en Guyane [Gørgen, 2013].

L'atmosphère de la maison est homogène, avec des écarts faibles de 0,6 °C et 1,4 % HR entre les pièces (Fig. 2).

La campagne de constats d'état sur les œuvres repère quelques départs de corrosion mais ne révèle aucune infection fongique récente ni altération grave.

Mais les mesures actuelles contre l'intrusion, en fermant portes et fenêtres, bloquent la ventilation naturelle originelle de l'édifice, augmentent la température et favorisent le confinement. Les volets ouverts pour une meilleure visibilité contreviennent aussi à l'usage traditionnel qui filtre la lumière.

## Conclusion

Sous le climat mesuré, l'examen visuel et macrophotographique ne révèle pas d'altération importante sur les collections. Une étude mécanique instrumentée est cependant nécessaire pour évaluer la conservation des œuvres à long terme. En attendant, une gestion du bâtiment plus attentive au projet architectural historique, plus patrimoniale donc, permettrait sans doute d'améliorer encore le confort des collections et des visiteurs.

## Bibliographie partielle

BARBIER J., 2014. « Le musée de Villèle à La Réunion entre histoire et mémoire de l'esclavage. Un haut lieu de l'histoire sociale réunionnaise ». In : *In Situ* [En ligne], 20 | 201.

GØRGEN Ph. et CARITA D., 2013. « Climat tropical et musées :

bâtiments, vitrines et collections ». In : *Les sciences de la conservation du patrimoine et le développement durable : acquis, recherche, innovation*, 50 ans du CRCC, 32 mn, <https://www.youtube.com/watch?v=vXfO8Z3tVIA>.





Carrosse du Sacre de Charles X, galerie des Carrosses, château de Versailles.  
© EPV/Valériane Rozé



TABLE RONDE 4

# Conservation préventive et lumière dans les demeures historiques

## **Modérateur**

Kerren Harris

*Responsable*

*de la conservation préventive,*

*Historic Royal Palaces*

## **Interventions de**

Kerren Harris

Nicholas Kaplan

Rob Van Beek

Emily Wroczynski



# Équilibrer la gestion des risques pour la conservation et l'amélioration de l'éclairage dans les palais royaux historiques

## Résumé

Choisir comment et quand contrôler et utiliser la lumière dans des espaces historiques implique de trouver un équilibre entre l'amélioration et la gestion des risques de conservation. Cet article explique comment la fondation Historic Royal Palaces a utilisé des techniques à la fois traditionnelles et innovantes pour contrôler la lumière naturelle dans les salles d'exposition. Ces techniques respectent l'architecture et l'atmosphère des lieux historiques, tout en utilisant un éclairage artificiel amélioré pour aider les visiteurs à voir les œuvres d'art et les intérieurs, tels qu'ils étaient destinés à être vus à leur origine.

## Mots clés

Éclairage historique, gestion de la lumière, éclairage LED, expliquer les tapisseries.

Cet article vise à présenter une analyse holistique de la recherche des technologies, des méthodes de gestion et de l'augmentation de la lumière visible et ultraviolette (UV) dans six sites patrimoniaux gérés par Historic Royal Palaces, l'organisme caritatif britannique indépendant pour le patrimoine au Royaume-Uni qui s'occupe de la Tour de Londres, du palais de Hampton Court, de la Maison des Banquets, du palais de Kensington, du palais de Kew et du château de Hillsborough.

Les niveaux de lumière naturelle sont traditionnellement atténués par des stores et des filtres UV placés aux fenêtres, mais l'importance historique

### Kerren Harris

Responsable de la conservation préventive, Historic Royal Palaces, Hampton Court Palace  
Kerren.Harris@hrp.org.uk

### Kathryn Hallett

Directrice de la conservation préventive, Historic Royal Palaces, Hampton Court Palace  
Kathryn.Hallett@hrp.org.uk

### Victoria Richards

Chef d'équipe en conservation préventive, Historic Royal Palaces, Kensington Palace  
Victoria.Richards@hrp.org.uk

### Constantina Vlachou-Mogire

Directeur de recherche en conservation, Historic Royal Palaces, Hampton Court Palace  
Constantina.Vlachou-Mogire@hrp.org.uk

### Kate Frame

Directrice de la Conservation et de la régie des collections, gestion de la conservation, Historic Royal Palaces, Hampton Court Palace  
Kate.Frame@hrp.org.uk



*Fig. 1*  
Essai technique de la lumière des bougies historiques au palais de Kensington. (© HRP)



*Fig. 2*  
Protection des fenêtres  
prenant en compte les vues  
architecturales. (© HRP)

et la variété des fenêtres dans chaque palais exigent que les conservateurs-restaurateurs spécialisés en conservation préventive recherchent et développent des solutions innovantes pour atteindre des normes élevées de conservation pour des œuvres d'art individuelles, tout en maintenant la préservation holistique des salles d'apparat historiques. Les considérations esthétiques et physiques s'étendent à la vue architecturale interne et externe des fenêtres. Des recherches récentes incluent des solutions sur mesure basées sur les risques en utilisant, par exemple, des films LCD commutables électriquement qui sont montés à pression dans les revêtements des fenêtres à l'aide de systèmes magnétiques sans fixation permanente dans la maçonnerie historique.

Ensuite, un essai technique à la lumière de bougies historiques, réalisé au palais de Kensington, a examiné l'apparence que pouvaient avoir les salles d'apparat dans un éclairage historiquement exact, et a trouvé ensuite des options d'éclairage artificiel (LED) pour reproduire ce résultat. Les mesures ont enregistré la puissance de sortie spectrale, la température de la couleur, l'indice du rendu des couleurs, les niveaux en lux et le scintillement historiquement exact de la lumière des bougies. Une série de lampes LED en forme de bougie ont été choisies pour leur qualité esthétique, leur température de couleur et leur flux lumineux. Elles étaient aussi graduables et disponibles chez les fournisseurs. Cet essai visait à éclairer

les décisions faites en matière de choix de l'éclairage afin d'assurer un équilibre entre l'utilisation de l'éclairage pour obtenir un effet historique et la recherche de l'optimisation d'un éclairage respectueux de la conservation des œuvres individuelles et d'une réponse aux attentes des visiteurs en matière de visualisation des œuvres.

Enfin, un projet de recherche scientifique primé, « Les tapisseries d'Henri VIII révélées », a montré comment les effets de lumière numériques pouvaient être utilisés pour produire une reconstruction virtuelle des couleurs d'une importante tapisserie du palais de Hampton Court. Cette recherche a débouché sur une projection animée dans le cadre d'une exposition immersive qui a présenté le travail des conservateurs-restaurateurs et l'utilisation de la technologie de la lumière pour expliquer les tapisseries au visiteurs captivés.

Cet examen de l'expérience d'une organisation visait à initier une discussion entre les délégués afin d'évaluer et de partager des solutions sans danger pour la conservation dans la gestion de l'éclairage dans les demeures historiques – cela dans le contexte des attentes des visiteurs modernes.

#### **Bibliographie partielle**

BSE/SLL, 2001. Lighting Guide 11 : Surface Reflectance and Colour. Chartered Institution of building Services Engineers. Londres.

*Henry VIII's Tapestries Revealed* [en ligne], <http://en.licht.de/en/service/publications-and-downloads/lichtwissen-series-of-publications/> - <https://www.youtube.com/watch?v=Xzp6CVZnh8c> [YouTube video, consulté le 12 juillet 2018].



# Une cartographie globale : documentation par image en time- lapse à l'aide de caméras GoPro™.

Une méthode qui permet de contrôler la lumière  
à l'intérieur des bâtiments historiques

**Nicholas Kaplan**

Boursier diplômé  
Winterthur Museum, Garden  
& Library

**Patricia Silence**

Directrice de la conservation  
préventive  
Colonial Williamsburg  
Foundation  
psilence@cwf.org

**Joelle Wickens, PhD**

Conservatrice et Directrice  
adjointe de Winterthur/  
University of Delaware  
Program in Art Conservation,  
Winterthur Museum, Garden  
& Library

**Emily Wroczynski**

Boursière de la Marshall Steel  
Colonial Williamsburg  
Foundation  
ewroczyn@gmail.com

**Résumé**

Les musées spécialement conçus optent souvent pour une technologie d'éclairage spécifique et la rotation des objets exposés. Certaines salles des intérieurs historiques abritent des objets exposés indéfiniment. Cela est particulièrement vrai pour la Colonial Williamsburg Foundation (CWF) et le Winterthur Museum, Garden & Library. Le site historique de la CWF renferme des structures et des pièces d'époque datant du XVIII<sup>e</sup> siècle, où sont exposées différentes collections. La demeure historique de Winterthur comprend 175 salles présentant la collection d'arts décoratifs américains du fondateur.

Ensemble, ces deux institutions ont participé à une étude pilote visant à contrôler visuellement la lumière dans les vitrines des salles historiques grâce à des caméras GoPro™. L'objectif premier de l'étude était de fournir une vue d'ensemble de la lumière naturelle sur l'intérieur en l'espace d'un an. Cette intervention porte sur la collecte des données et le processus de décision dans le choix des équipements. Les résultats préliminaires ont été communiqués afin de démontrer le potentiel d'une évaluation quantitative qui s'accompagne de données visuelles qualitatives.

**Mots clés**

Caméra GoPro™, contrôle de la lumière, capture en temps réel, métadonnées.

Ce projet a été mis en œuvre au sein de la Colonial Williamsburg Foundation, un musée d'histoire vivante en Virginie, et du Winterthur Museum, Garden and Library, situé près de Wilmington, DE. L'étude de cas qui porte sur les intérieurs est décrite dans le Tab. 1. Cette étude fournira des directives sur les expositions en tenant compte des variations saisonnières de la lumière.

L'étude s'inspire de l'expérience de S. Weintraub avec la c.2000 GoPro™, à la recherche d'un endroit où l'exposition à la lumière naturelle serait la plus faible pour une peinture de la collection Frick. Au cours de la recherche bibliographique, plusieurs études ont été repérées concernant des modèles de capture en temps réel, plus économiques par rapport à une méthodologie de modélisation prédictive.

Différentes options de la caméra, dont des systèmes de surveillance et matériel d'imagerie multibande, ont fait l'objet de recherches, mais finalement les caméras vidéos étaient mieux adaptées en raison de leurs

	ÉTUDES DE CAS / POSITIONNEMENT DE LA CAMÉRA	COLLECTE DES DONNÉES
COLONIAL WILLIAMSBURG FOUNDATION (CWF), VIRGINIA	<b>GoPro Hero5 Session™ (38X38X35mm)</b> Thomas Everard House, 1718 1 <sup>er</sup> étage Salle à manger <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition sud</li> <li>• Haute qualité, reproduction papier-peint et meubles</li> <li>• Évaluation de l'efficacité de la fermeture d'un store</li> </ul>	Des techniciens de la conservation téléchargent les données de la caméra chaque semaine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intégration dans l'entretien courant des collections existantes</li> <li>• Image jpeg/min 24 h/jour</li> </ul>
	<b>GoPro Hero Original™ (42X60X30mm)</b> Wetherburn's Tavern, c. 1736 Véranda (Fig. 1) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition sud</li> <li>• Meubles/collections répertoriés</li> <li>• Sans volets</li> </ul>	Mesure de la lumière intégrée = moyenne ISO max = 400 EV comp = 0.0 Ouverture fixe f/2.8 Balance des blancs = auto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carte QP102, gris moyen, placé dans les intérieurs en face des caméras pour aider à la balance des blancs et normalisation</li> </ul>
WINTERTHUR MUSEUM, DELAWARE	<b>GoPro Hero4 Black™</b> <b>CamDo Blink™ (41X59X43mm Overall)</b> Winterthur Museum, salle de billiard (Fig. 1), 7 <sup>e</sup> étage (2 caméras en place) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition est et ouest</li> <li>• Vue sur ou au-dessus de la limite des arbres avec lumière directe du soleil</li> <li>• Exposition à long terme de divers objets de collection</li> <li>• Contrôle des changements saisonniers en vue d'installer des matériaux sensibles</li> </ul>	Cartes SD collectées et remplacées chaque semaine <ul style="list-style-type: none"> <li>• CamDo Blink contrôle le fonctionnement de la caméra</li> <li>• Une image jpeg capturée toutes les 5 minutes (4 h - 22 h)</li> </ul> Mode nocturne, vitesse max. obturateur = 2 s Mesure de la lumière intégrée = moyenne ISO max = 100 EV comp = 0.0 Ouverture fixe f/2.8 Balance des blancs = native <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle couleur X-Rite, placé à l'intérieur en face des caméras pour aider à la balance des blancs et normalisation</li> </ul>

Tab. 1  
Description de l'installation des caméras et paramètres préliminaires pour l'étude pilote.

objectifs grand angle intégrés (Tab. 1). Le choix de la GoPro™ a été notamment guidé par la fiabilité de la marque. Les designs de la GoPro™ offraient l'empreinte la plus faible, avec un positionnement discret à l'intérieur des vitrines. Ces caméras, qui ne nécessitent pas de réseau Wi-Fi externe, ont besoin en revanche d'une source d'alimentation. La plupart des modèles sont compatibles avec des appareils de fournisseurs tiers, tels que l'intervallomètre CamDo Blink, qui active ou désactive la caméra à des intervalles prédéfinis.

Dans un premier temps, diverses difficultés techniques liées à des coupures

*Fig. 1*

Images GoPro™ grand angle montrant des salles : la véranda de la Wetherburn's Tavern avec E. Wroczynski, D. Brooks et A. Blake-Howland, et la salle de billiard du Winterthur Museum avec N. Kaplan.  
(© Patricia Silence)



de la source d'alimentation ont laissé des blancs dans la collecte des données. La GoPro™ Hero5 Session avait rencontré des problèmes de surchauffe et d'arrêt automatique. Ces questions ont été réglées par le remplacement de cartes SD, la réinitialisation complète du firmware et la mise à jour du logiciel.

Les métadonnées des images sont analysées par le programme en ligne de commande Exiftool. Les caméras utilisent la « valeur de la lumière » qui revêt un intérêt particulier, afin de déterminer des fonctions automatiques telles que la vitesse d'obturation, étant comparable au lux, en moyenne, sur le champs visuel de la caméra. Après la collecte de données sur une période d'un an, un protocole a été mis en place pour traiter les images à travers un empilement de la mise au point, afin d'identifier les formes d'exposition. Les paramètres et le déroulement des opérations sont décrits dans le Tab. 1. Les conclusions finales seront comparées à la modélisation de la lumière prédictive architecturale<sup>1</sup>.

#### Note

[1] Les auteurs remercient A. Blake-Howland, D. Brooks, M. Henry, E. Oskierko-Jeznacki, J. Schneck, M. Truax, S. Weintraub.

# L'influence de la lumière artificielle sur les demeures historiques

## Résumé

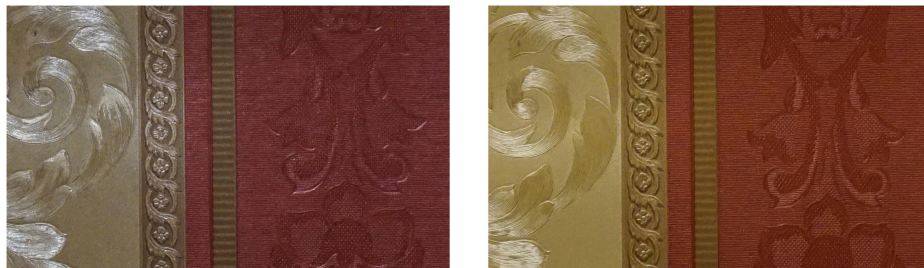
Nous essayons de garder nos salles historiques dans le meilleur état possible, tant la pièce elle-même que les objets qui y sont contenus. Nous le faisons pour pouvoir expérimenter l'intérieur dans sa beauté d'origine, non seulement maintenant mais aussi dans le futur. Ce que nous voyons dans la pratique, ce sont des objets souvent bien préservés mais exposés dans des conditions d'éclairage si médiocres qu'ils semblent être mal conservés. Cela ne peut pas être notre intention ! Pour pouvoir voir toutes les couleurs, il faut une lumière avec un spectre qui contient toutes les couleurs. La lumière du jour, la lumière des bougies et la lumière des ampoules à incandescence ont toutes un spectre continu. Ce n'est souvent pas le cas avec les sources de lumière modernes à faible consommation d'énergie, telles que les fluocompactes et les ampoules LED. Les LED semblent être l'avenir, mais il est difficile de sélectionner la source lumineuse LED appropriée. Certaines font l'affaire dans certaines pièces et d'autres donnent un résultat plus satisfaisant dans un cadre différent.

## Rob Van Beek

Architecte en chef,  
département immobilier du  
gouvernement hollandais,  
section patrimoine culturel  
et art  
Rob.vanbeek@rijksoverheid.nl  
www.rijksvastgoedbedrijf.nl

## Éclairage LED, une bénédiction ou une catastrophe ?

Pour voir et expérimenter un intérieur historique, nous avons besoin de lumière. Cependant, cette même lumière, naturelle ou artificielle, endommage les matériaux qui se trouvent dans le lieu. Il y a une différence entre dommages physiques et dommages visuels. Les dommages physiques impliquent une réelle altération des couleurs et des matériaux, les dommages visuels se produisent lorsqu'un objet n'est plus visible dans sa beauté d'origine en raison de la mauvaise qualité de la lumière sous laquelle il est exposé. Le processus d'altération de la qualité physique des matériaux se fera lentement au fil des ans. Les dommages visuels peuvent se produire instantanément, simplement en allumant le mauvais type de lumière. Les dommages physiques sont pour la plupart irréversibles, les



*Fig. 1*  
Même papier peint,  
mais sources lumineuses  
différentes.



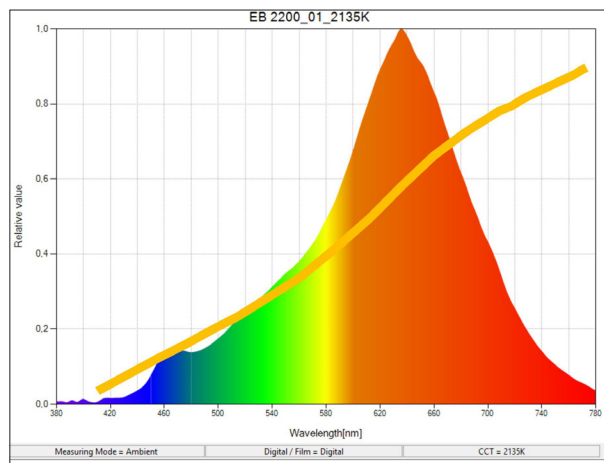


Fig. 2  
Distribution spectrale.

vement par tous les fabricants, offraient une lumière de haute qualité, ce qui n'est pas le cas avec les LED.

Les bougies sont souvent remplacées par des ampoules en forme de bougies incandescentes et maintenant, vingt ans plus tard, par des ampoules LED en forme de bougies. Le premier remplacement signifiait presque toujours une augmentation du niveau de luminosité. Le second ne signifiait pas seulement cela, mais aussi une diminution de la qualité de la lumière. Si l'augmentation des niveaux de luminosité peut être souhaitable, une perte de qualité de la lumière doit être évitée à tout prix.

Les luminaires modernes à LED peuvent être petits et apporter une lumière supplémentaire dans une pièce sans être visibles. Visuellement, il n'y a que de la lumière qui a été rajoutée à la pièce. Cette lumière n'est pas authentique, la pièce et les objets qu'elle contient n'ont jamais ressemblé à cela auparavant. Nous essayons d'une part de préserver au mieux un intérieur authentique, d'autre part nous montrons au public cet espace d'une manière historiquement erronée. Rajouter de la lumière à un lieu historique peut toujours constituer une solution éthique responsable. Après tout, le niveau faible de luminosité authentique n'était pas un choix conscient du designer ou de l'architecte. Techniquement, il n'était tout simplement pas possible de créer des niveaux de luminosité plus élevés. La lumière artificielle était un produit rare jusqu'à il y a 150 ans, et quand les niveaux de lumière plus élevés sont devenus disponibles, on en a fait usage. Les designers des siècles précédents auraient probablement également ajouté plus de lumière à leurs intérieurs si cela avait été possible.

La technologie LED est relativement récente, et sa méconnaissance a conduit à de nombreuses applications erronées au cours des dernières années ; les intérieurs historiques en ont donc subi les dommages visuels et perdu une partie de leur beauté.

#### Bibliographie partielle

VAN BEEK R., VAN BOMMEL W., VAN DER GEEST H., 2011. *Electric light in historic interiors*, Rijksgebouwendienst (publié en hollandais - traduction anglaise en PDF disponible en ligne).

dommages visuels causés par un mauvais éclairage peuvent être réparés.

Il est important de connaître les conditions de luminosité dans une pièce et détecter les situations dangereuses pour éviter les dommages physiques. L'objectif doit être de minimiser les dommages causés par la lumière et, d'autre part, de maximiser la qualité globale de l'intérieur. La lumière LED semble être la solution. La lumière LED ne contient pas de rayonnement ultraviolet et génère peu de chaleur. Mais d'un autre côté, la qualité de la lumière LED n'est pas constante. Les ampoules à incandescence, supprimées progressi-







TABLE RONDE 5

# Conservation préventive et entretien des collections



## **Modérateur**

Katy Lithgow

*Ancien directeur responsable de  
la conservation, National Trust*

## **Interventions de**

Francesca Baldry

Thomas Bohl

Iris Broersma

Elfriede Iby

Katy Lithgow

# Le bilan sanitaire des tapisseries déposées par le Mobilier national : l'exemple du Sénat

## Résumé

La question de la conservation et de la restauration des tapisseries est déterminante pour le Mobilier national et pour ses dépositaires. À l'occasion d'échanges entre l'institution et le Sénat, où sont déposées une centaine de tapisseries, les deux institutions ont décidé de mener une réflexion sur le sujet. La nécessité de dresser un bilan de l'état de conservation des tapisseries déposées, de faciliter la programmation des opérations de restauration à venir, de réfléchir à des conditions de présentations adaptées et d'encourager une politique de dépôt active fondée sur un principe de rotation, est apparue comme un enjeu déterminant. Un groupe de travail composé d'agents du Mobilier national (Thomas Bohl, conservateur du patrimoine, Sophie Joly, restauratrice, Émilie Lagrange, chargée de conservation préventive) et du Sénat (Frédérique Faublée, administratrice adjointe en charge de la gestion du patrimoine) a été constitué afin de dresser au cours de l'année 2015 un « bilan sanitaire » des tapisseries déposées. Celui-ci a été conçu en trois temps : une étude des principes de conservation préventive des textiles et en particulier des tapisseries, un bilan mené par lieu de conservation (conditions de présentation) et par œuvre (constat), accompagné de préconisations, et enfin une proposition de calendrier pluriannuel relatif à la restauration des tapisseries accompagnée d'une estimation chiffrée des opérations à mener, destinée à faciliter les préparations budgétaires de chaque établissement.

## Thomas Bohl

Ancien conservateur en charge  
des tapisseries au Mobilier  
national  
Thomas.Bohl@louvre.fr

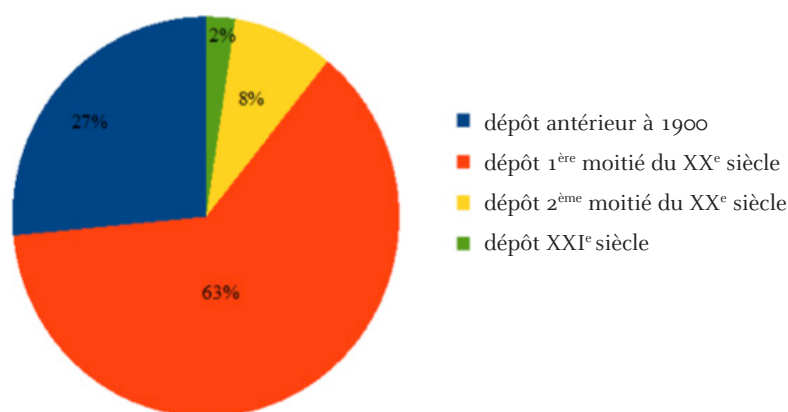
## Mots clés

Tapisseries, bilan sanitaire.

**I**l est évidemment difficile de mettre en œuvre, dans le cadre d'une politique de dépôt dans des administrations publiques, les règles couramment acceptées en matière de conservation préventive des textiles. Néanmoins, un certain nombre de préconisations ont pu être émises à l'occasion de ce bilan sanitaire. Elles se sont appuyées sur un relevé systématique de l'éclairement dans chacune des pièces où une tapisserie est présentée. Dans certains cas, des valeurs élevées, entre 300 et plus de 1000 lux ont été constatées, conduisant à des préconisations spécifiques. D'une manière globale, outre les propositions d'amélioration de l'environnement (pose de filtres, fermeture des rideaux et volets, coupure de la lumière en période de non-activité), c'est le principe de rotation qui a été encouragé.



Fig. 1  
Résultats du bilan des  
dépôts du Mobilier  
national.



En effet, le bilan sanitaire a permis de constater que 90 % des tapisseries présentes au Sénat en 2015 y avaient été déposées avant 1950, avec plus d'un quart des dépôts antérieurs à 1900. Si le principe de rotation apparaît comme un préalable indispensable à la bonne gestion des dépôts, la question de l'époque de création des pièces déposées s'est également imposée comme une donnée importante à analyser. En effet, la répartition des tapisseries est inégale, la majorité des œuvres déposées étant antérieures à 1950, donc déjà soumises à un éclairage conséquent. Or, le Mobilier national est riche de nombreuses tapisseries tissées dans la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle et de nos jours, peu exposées jusqu'alors, et par ailleurs parfaitement représentatives de la continuité du savoir-faire d'excellence des manufactures des Gobelins et de Beauvais. Le remplacement de tapisseries anciennes, lorsqu'elles ne font pas partie d'un décor historique, a ainsi été encouragé, afin de limiter leur éclairage pendant les prochaines années.

Pour chaque espace de réception ou de bureau du Sénat étudié, nous avons dressé un constat d'état sommaire de l'ensemble des tapisseries exposées, afin de programmer, si besoin, des interventions de restauration et, en fonction de l'état de conservation de l'œuvre, de proposer son remplacement par une autre tapisserie. Afin de faciliter la programmation des restaurations, une note de 1 à 4 a été attribuée à chaque œuvre en fonction de son état et de l'urgence de l'intervention à prévoir.

Restauration et rotation sont ainsi apparues comme les deux piliers de la politique de suivi des dépôts à mener dans les prochaines années au Sénat. Le bilan de la situation en 2015 se conçoit comme un outil de travail pour les équipes du Sénat et du Mobilier national. Celui-ci devrait permettre d'assurer la meilleure gestion de ces œuvres de premier plan.

# La conservation préventive à la Villa La Pietra : gestion, collaboration, formation

## Résumé

La Villa La Pietra se dresse sur les collines de Florence, en Italie. Ce fut la résidence de la famille Acton de 1903 à 1994, date à laquelle les collections de la famille furent léguées à l'Université de New York (New York University, NYU). Les mesures de conservation préventive ont été progressivement mises en place au cours des deux dernières décennies. En mars 2018, une campagne de suivi du climat d'une semaine a été menée par deux étudiants diplômés de la NYU (programme de conservation-restauration de l'École des beaux-arts). De tels projets, réalisés en collaboration, constituent une composante essentielle de la mission de la Villa en matière d'éducation et permettent aux étudiants d'acquérir une expérience professionnelle tout en contribuant à la stratégie de conservation à long terme adoptée par la propriété.

## Mots clés

Films anti-UV, diode lumineuse (LED), contrôle de la lumière, contrôle de l'humidité relative, formation.

### Francesca Baldry

Responsable de la collection Acton, Villa La Pietra, New York University, Florence, Italie  
[francesca.baldry@nyu.edu](mailto:francesca.baldry@nyu.edu) - <https://lapietra.nyu.edu/>

### Hannelore Roemich

Professeur de science de la conservation, Centre de conservation-restauration de l'École des beaux-arts, New York University  
[hannelore.roemich@nyu.edu](mailto:hannelore.roemich@nyu.edu)  
<https://www.nyu.edu/gsas/dept/fineart/conservation/index.htm>

## Conservation préventive à la Villa La Pietra

En 1994, les collections conservées à l'intérieur d'une villa historique et ses jardins datant du xv<sup>e</sup> siècle, qui comprenaient plus de 6 000 œuvres d'art, une bibliothèque de 12 000 volumes et des



*Fig. 1*

Contrôle de l'humidité relative et de la température dans la salle à manger de la Villa La Pietra, à Florence.  
(© Katherine Parks, Villa La Pietra, NYU, Florence)

*Fig. 2*  
Emplacement hautement  
prioritaire pour le  
contrôle de la lumière  
dans la Rotonda (le jardin  
circulaire) de la Villa  
La Pietra à Florence.  
(© Lowry Palmer, Villa La  
Pietra, NYU, Florence)



archives photographiques, ont été léguées à la New York University. L'École des beaux-arts de la NYU (Institute of Fine Arts, IFA) a établi une approche holistique à des fins de préservation du patrimoine en partenariat avec la direction générale des beaux-arts, en Italie (la Soprintendenza). Cette collaboration est une composante essentielle du plan de conservation durable de la Villa [Ducey-Gessner *et al.*, 2016].

Chaque année, le corps enseignant et les étudiants du centre de

ANNÉE	DOMAINE	MISE EN PLACE
1999/ 2000	Gestion des nuisibles	Traitement chimique des insectes xylophages en 1999. Depuis l'an 2000, traitement anoxique à l'azote. Inspections pendant les séances de dépoussiérage.
2003	Système de contrôle de la température	Contrôle automatique du système de climatisation. Mesures et enregistrements ponctuels supplémentaires de l'humidité relative et de la température.
2003	Gestion des visiteurs	Visites guidées limitées à 15 personnes. Couvre-chaussures, revêtements sous les tapis, mises à distance. Protection Volara et Mylar sous les objets d'art posés sur les meubles. Contrôles réguliers des systèmes d'accrochage et supports. 6 000 visiteurs par an.
2003	Réserves	Deux espaces climatisés. Étude en 2013.
2003	Poussière	Dépoussiérage régulier par des conservateurs-restaurateurs.
2003	Sécurité	Alarme anti-incendie conforme aux normes italiennes et américaines.
2003	Documents sur l'état	Études sur l'état terminées ou en cours pour tous les éléments de la collection.
2003- 2014	Contrôle de la lumière	2003 : Fermeture des volets en l'absence de visites. 2006 : Standard laine teinte en bleu dans 3 pièces. 2014 : Films de fenêtres filtrant les rayons ultraviolets dans 13 salles.

conservation-restauration de l'École des beaux-arts mettent en place des traitements de conservation-restauration, pendant une ou deux semaines. En mars 2018, le premier projet de conservation préventive donna aux étudiants la possibilité de bénéficier d'une formation concernant les défis à relever en matière de conservation propres aux demeures historiques.

Katherine Parks (étudiante en deuxième année) entreprit une étude sur les dispositifs destinés à l'enregistrement de l'humidité relative (HR) et de la température, utilisés au sein de la Villa. Cette étude permettra d'améliorer les dispositifs ainsi que les processus de contrôle. Les enregistreurs de données Hobo ont été envisagés et testés (Fig. 1).

Soon Kai Poh (étudiant en troisième année) s'est intéressé à l'évaluation des conditions d'éclairage, en commençant par des espaces fortement exposés à la lumière du jour (Fig. 2). Les films posés sur les fenêtres (Llumar - Helios THE80) de 13 pièces en 2014 et l'installation de diodes lumineuses (LED) constituent des mesures efficaces, qui réduisent considérablement le risque de dommages causés par les rayons ultraviolets. Le Tab. 1 donne un aperçu des mesures appliquées depuis 1999.

Tab. 1

Mise en œuvre progressive des mesures de prévention à la Villa La Pietra.

#### Bibliographie partielle

DUCEY-GESSNER A., BEYER C., DOMMERMUTH J., MARINCOLA M., TRUPIN D. L., PERRONE DA ZARA C., 2016. « Building an Effective Decision-Making Model for Conservation of the Acton Collection, Villa La Pietra, New York University in Florence », in SEYMOUR

K. et SAWICKI M., *The Artifact, Its Context And Their Narrative : Multidisciplinary Conservation In Historic House Museums*. Los Angeles : International Council of Museums – Committee for Conservation (ICOM-CC) and Committee for Historic House Museums (DEMHIST), p. 1-16.



# La réponse est-elle 42 ?

## Mise au point d'un indicateur de performance pour la conservation préventive

### Katy Lithgow

Ancien directeur responsable de la conservation, National Trust for England, Wales and Northern Ireland, Royaume-Uni  
katy@perry-lithgow.co.uk  
www.nationaltrust.org.uk

### Résumé

Le National Trust for England, Wales and Northern Ireland (NT) possède plus de 350 propriétés dont 250 demeures historiques qui comprennent plus d'un million d'objets. La conservation préventive est privilégiée comme moyen le plus efficace pour les conserver. Depuis 2003, le National Trust se sert d'un indicateur de performance pour la conservation préventive (Conservation Performance Indicator, CPI), outre d'autres mesures de performance telles que les recettes et le nombre de visiteurs, afin d'évaluer si l'état du bien s'améliore, se dégrade ou reste stable, d'année en année. Depuis 2017, le CPI a été standardisé de manière à mieux comprendre la gestion dans sept catégories de biens, dont l'une englobe les collections et les intérieurs historiques. Cette intervention explique comment différents types de mesures de prévention peuvent être comparés en vue de déterminer leur impact sur l'état, et examine la question de savoir si la réduction de la performance à des chiffres aide ou fait obstacle au profil professionnel des conservateurs.

### Mots clés

Conservation préventive, indicateur de performance pour la conservation, demeures-musées historiques.

Les collections et intérieurs des demeures historiques constituent l'une des sept catégories qu'utilise le National Trust, afin de déterminer si, à travers une comparaison des résultats précédents, l'état des biens s'est amélioré, s'est détérioré ou est resté stable (Fig. 1). Le CPI a été mis en place en 2003 dans le but d'exprimer l'état de ces biens sous forme numérique, parallèlement à d'autres indicateurs clés, tels que le nombre de visiteurs et les résultats financiers. Il partait alors du principe que l'individualité de chaque bien immobilier supposait l'impossibilité de les comparer [Lithgow *et al.*, 2008]. Cependant, soucieux d'améliorer l'approche de la gestion, le CPI a fait l'objet d'une révision en 2014 pour tirer des conclusions nationales, en uniformisant les mesures.

Des calculs de la gestion du risque conventionnelle [par exemple, Karsten *et al.*, 2012] ne peuvent mettre en corrélation directe l'état et le risque. De plus, le NT ne dispose pas d'inventaires complets et d'enregistrements de l'état des biens qui constituent son patrimoine culturel. Ainsi, pour le patrimoine culturel, le CPI utilise le progrès dans la maîtrise des

CONDITION: Measure 2: Preventive Conservation Please also refer to the technical guidance document for a description of each of the bands 'Very Low' through to 'Very High' The scores generated by this spreadsheet and the data behind these should be used with professional judgement; an individual environmental factor may be more or less important for some of our Collections and Interiors. The spreadsheet suggests a weighting where '1.Physical damage prevention' contributes most to the score and '6. Insect pests' the least, again professional judgement should be applied here to sense check this for the specific Collections and Interiors CPI Feature.

Measure	Definition	Very High Score 4	High Score 3	Medium Score 2	Low Score 1	Very Low Score 0	Notes/Justification	Score (from 0 to 4 for each criteria or N/A)	Suggested Weighting
1. Physical damage prevention	Nos of objects/ surfaces damaged (accidents, wear and tear) since last CPI review	Only 1 or 2 have acquired minor damage (Condition Code B)	3-10 have minor damage (Condition Code B); 1-2 noticeable damage (Condition Code C)	3-10 have noticeable damage (Condition Code C)	More than 10 have noticeable damage (Condition Code C)	Any with considerable damage (Condition Code D)	3 objects have acquired minor damage B), none have acquired noticeable damage (C)	4	6
2. Custodial neglect/ displacement or loss	% of inventoried objects missing (both showrooms and stores)	0-1%, or no more than 20 objects, whichever figure is smaller	2%, or no more than 21-40 objects, whichever figure is smaller	3%, or 40-79 objects objects, whichever figure is smaller	4% or 80-99 objects, whichever figure is smaller	5%+, or more than 100 objects, whichever figure is smaller	75 objects unlocated out of an inventory of 10,000	4	5
3. Dust management/ Cleaning Hours	Recommended level of cleaning hours achieved annually based on housekeeping challenge*	100% target achieved	80%-99% target achieved	60-79% target achieved	40-59% target achieved	Less than 40% target achieved	Band B property (HM) achieved 73% of sustainable cleaning hours	4	4
4. Light	High sensitivity dosimeters meet target. No unacceptable light induced damage	All high-sensitivity dosimeters < 150k lux hrs; if none, all mod-sensitivity dosimeters average <600k lux hrs	Average of high-sensitivity dosimeters <150k lux hrs; if none, all mod-sensitivity dosimeters average <600k lux hrs	Average of high-sensitivity dosimeters 150k -300k lux hrs; if none, average of mod-sensitivity dosimeters >1 mill lux hrs	Average of high-sensitivity dosimeters >600k lux hrs; if none, no mod-sensitivity dosimeters >1 mill lux hrs	Average of high-sensitivity dosimeters >600k lux hrs; if none, no light monitoring carried out.	Average of high sensitivity dosimeter 140k lux hours	4	3
5. Relative Humidity (RH)	25th percentile of time in 40-65% band for all collections spaces (target: 25th percentile > 85). No unacceptable RH induced damage.	>85%	70-85%	50-69%	20-49%	<20%	Readings within 40-65% RH for 92% of the year	4	2
6. Insect pests	No active insect pest attack	IPM in place and results up to date. No evidence of active insect pest damage	Pest traps deployed, results up to date . Minor active insect pest damage (Condition Code 2 ,Stability Code IV)	Pest traps are deployed but full IPM not practised. May also be moderate active insect pest damage (Condition Code 3, Stability Code IV)	Pest traps deployed, but full IPM not practised. May also be severe active insect pest damage (Condition Code 4, Stability Code IV)	No pest traps deployed, full IPM not practised, not aware whether insects active or not. May also be evidence of insect pest damage.	IPM in place, readings up to date and sent in, no evidence of active insect pest infestation.	0	1

Suggested weighted score:	95
Suggested score if all elements are weighted equally:	83

Asset Category	Average Feature Condition Score (%)
Landscape & Setting	56.7
Archaeology	54.5
Nature & Wildlife	51.4
Gardens & Parks	50.2
Buildings & Structures	49.9
Natural Resources	46.8
Collections & Interiors	43.4

Fig. 1 (ci-dessus)

Les différentes catégories de biens du National Trust classées selon les résultats de l'année 2017.

Fig. 2 (page de gauche)

L'élément de conservation préventive des mesures relatives à l'état dans l'indicateur de performance en matière de conservation du National Trust pour les collections et les intérieurs.

de comparer les entrées (par exemple, les heures de nettoyage) et les sorties (les niveaux d'humidité relative et d'éclairage) avec les résultats (par exemple, le nombre d'objets dont l'état physique a été modifié/endommagé, par an). D'autres catégories de biens, telles que les bâtiments, prennent en compte différents facteurs de risque conventionnels (par exemple, le feu, les inondations, les vols). L'état (intégralité, date) des connaissances qui les sous-tendent (inventaire/catalogue et bilan de conservation) est considéré comme un facteur de confiance afin de modérer les mesures préventives et correctives.

Les résultats indiquent qu'en 2017 les intérieurs et collections des demeures historiques sont dans un état plus déplorable que d'autres catégories de biens. Parmi les causes figurent l'extension des heures d'accès et du nombre de visiteurs, sans aucun investissement parallèle en matière de mesures de prévention afin de gérer l'éclairage, les éléments polluants (notamment la poussière) et la dissociation, même si l'humidité relative et les résultats IPM (Integrated Pest Management/Gestion intégrée des nuisibles) suscitent moins de préoccupation.

Ces mesures, mises en pratique depuis plus de 25 ans dans certains cas, sont plus rigoureuses que pour d'autres catégories de biens, ce qui signifie paradoxalement que l'interprétation de ces résultats par les conservateurs revêt une importance toute particulière pour démontrer la valeur de leur jugement professionnel au-delà de la feuille de calcul. Pour la profession et le personnel chargé des biens, il importera de veiller à ce que la poursuite des chiffres ne s'éloigne pas de la question, à savoir déterminer la meilleure façon de profiter des collections et intérieurs des demeures historiques du NT et de les transmettre aux générations futures, en phase avec les principaux objectifs de l'organisation.

priorités de conservation correctives connues (mesure relative à l'état 1), parallèlement à l'efficacité de la maîtrise des risques par le personnel interne à travers la conservation préventive (mesure relative à l'état 2, Fig. 2), pour indiquer toute modification de l'état, dans un ordre de priorité, en reflétant les mesures de conservation mises en place par le NT. La définition des différentes performances pour chaque critère, ainsi que la pondération des résultats en fonction de la hiérarchisation de la gravité du risque, permettent

#### Bibliographie partielle

ADAMS D., 1979. *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*. Londres : Pan.  
 KARSTEN L., MICHALSKI S., CASE M., WARD J., 2012. « Balancing the preservation needs of historic house museums and their collections through risk management ». In : *The Artifact, its Context and their Narrative: multidisciplinary conservation in historic house museums*. Los Angeles : GCI 2012, Paper 10 [http://www.](http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEM HIST%20%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEM HIST_ICOMCC-LA_2012.pdf)

[icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEM HIST%20%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEM HIST\\_ICOMCC-LA\\_2012.pdf](http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/DEM HIST%20%20ICOM-CC%20Joint%20Interim%20Meeting%202012/10-Karsten-DEM HIST_ICOMCC-LA_2012.pdf).  
 LITHGOW K., STANFORTH S., ETHERIDGE P., 2008. « Prioritizing Access in the Conservation of National Trust Collections ». In : *Conservation and Access: Contributions to the IIC London Congress 2008*, 15-19 septembre 2008. Londres : International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, p. 178-185.

# La conservation préventive au château de Schönbrunn : conservation préventive d'une collection hétérogène

## Résumé

Le château de Schönbrunn, qui comprend des appartements et des jardins datant du XVIII<sup>e</sup> siècle, était la résidence de la famille impériale de la dynastie des Habsbourg. Il compte parmi les sites les plus visités d'Autriche. Le nombre de personnes qui visitent le bâtiment historique et les jardins s'accroît d'année en année, atteignant plus de 2 millions de visiteurs dans le palais et près de 6,5 millions dans les jardins agrémentés de bosquets, de fontaines, de sculptures et d'une architecture paysagère.

Bien qu'appartenant à la république d'Autriche, l'ensemble du site a été confié en 1992 à une entreprise privée, sa mission étant de faire usage et de protéger intégralement le site historique. Ainsi, cette mission est un défi majeur et, outre les travaux de conservation-restauration, la conservation préventive est l'une des stratégies les plus efficaces visant à assumer cette grande responsabilité qui incombe à l'entreprise. La conservation préventive s'impose encore plus dans les bâtiments historiques, étant donné que l'installation de structures modernes telles que des systèmes de climatisation n'est pas envisageable. En effet, ces systèmes détruiraient tout ce qui doit être protégé.

## Mots clés

Patrimoine culturel, bâtiments historiques, conservation préventive, régulation du climat, nettoyage de conservation, poussière, altérations.

## Elfriede Iby

Directeur de la recherche  
et de la documentation,  
Conservateur en chef,  
château de Schönbrunn et  
appartements impériaux de la  
Hofburg, Autriche  
Iby@schoenbrunn.at

Inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1996, le château de Schönbrunn est l'un des plus grands monuments et sites culturels d'Autriche. Les appartements impériaux du palais de Schönbrunn sont ouverts au public 365 jours par an, sans aucun jour de fermeture.

Le nombre de visiteurs, soit près de 2 millions par an, et un usage commercial et/ou culturel du palais est un véritable défi pour l'entreprise qui doit remplir la mission confiée par la république d'Autriche.

Depuis 1992, dans le cadre de différentes initiatives européennes entreprises dans le domaine de la conservation préventive, divers projets sont orientés vers la conservation préventive et la conservation-restauration du bâtiment lui-même ainsi que les caractéristiques de l'environnement qui en dépendent. À partir de l'an 2000, un concept très ambitieux est apparu au sein de la conservation préventive et un plan de nettoyage de conservation a été élaboré.



Fig. 1

Contrôle de l'état du salon de représentation au rez-de-chaussée à travers l'insertion dans une base de données. (© Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsges.m.b.H.)



En raison de l'utilisation intensive des appartements historiques (visiteurs, réceptions, etc.) et de l'impact de la poussière, de l'humidité et de différents risques d'altération, une campagne de nettoyage de conservation annuelle a été lancée. Elle s'accompagne d'interventions de prévention, tout en faisant un état annuel.

La campagne inclut :

- la formation du personnel avant le début de la campagne annuelle qui se déroule entre l'automne et le printemps ;
- le nettoyage de près de 60 salles ayant été rénovées, et d'environ 2 500 objets, par le personnel chargé de l'entretien sous la supervision d'un conservateur-restaurateur ;
- le nettoyage de près de 20 salles, aux surfaces sensibles et délicates (par exemple les vernis/laques, le papier, le textile) par des conservateurs-restaurateurs ;
- un rapport sur l'état de conservation et la documentation de chaque salle et objet, directement enregistrés dans la base de données ;
- des interventions immédiates par le conservateur-restaurateur (fixation des pièces qui sont détachées) pour stabiliser l'état de conservation, le cas échéant.

Toutes ces composantes/informations permettent d'assurer un suivi global de l'état de conservation, enregistré dans une base de données. La stabilisation des conditions climatiques internes et un concept du climat à long terme, servant à la conservation préventive requise et à la satisfaction des visiteurs, sont l'un des défis majeurs en temps de réchauffement climatique global.

Quelques mesures ont déjà été prises :

- des interventions structurelles, telles que la fermeture de cours



Fig. 2  
Contrôle de l'état de la  
peinture *Portrait de famille  
de Maria Thérèse* à travers  
l'insertion dans une base  
de données. (© Schloß  
Schönbrunn Kultur- und  
Betriebsges.m.b.H.)

ouvertes afin d'éviter un climat intérieur non contrôlé ;

- l'alimentation d'un flux d'air pré-conditionné (température et humidité) à travers des tunnels et des cheminées historiques ;
- la mise en place de dispositifs/directives pratiques, tels que l'ouverture et la fermeture des fenêtres, l'introduction de climatiseurs locaux et individuels pour l'alimentation en humidité, leur régulation et entretien ;
- un contrôle permanent des conditions climatiques dans certaines salles historiques.

Toutes les données existantes sur les mesures climatiques doivent être par la suite analysées, ainsi que les données et les résultats interprétés par des professionnels, afin de stabiliser le climat intérieur, malgré l'utilisation généralisée des salles historiques.

La gestion des flux de visiteurs constitue un autre outil du concept de conservation préventive. Il comprend :

- un nombre restreint de visiteurs (800 personnes/heure) ;
- une connexion avec la vente d'entrées en ligne et analogue, ainsi que les réservations effectuées à l'avance ;
- un contrôle direct aux portes ;
- le dialogue permanent avec les conservateurs dans le cas où un nombre croissant de visiteurs pourrait être contestable au regard de la préservation des salles historiques, des objets et de leur protection à long terme.

#### Bibliographie partielle

IBY E., 2012. « Forschung, Dokumentation und Sammlungsmanagement », in KIPPES W., SATTECKER F., *Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsges.m.b.H. 20. Jahre Denkmalpflege 1992-2012*, Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, vol. 11. Vienne : Schloß

Schönbrunn Kultur- und Betriebsges.m.b.H., p. 53-61.

KIPPES W. et al., 2004. *Climate in Museums and Historical Buildings. Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn*. Vol. 9. Vienne : Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsges.m.b.H.

# Het Huys ten Donck : les mesures pour l'entretien professionnel des collections

**Iris Broersma**

Architecte, spécialiste des  
décors, Fondation Het Huys ten  
Donck, Pays-Bas  
[www.erfgoedzorg.nl](http://www.erfgoedzorg.nl)  
[iris@erfgoedzorg.nl](mailto:iris@erfgoedzorg.nl)

**Catharina Groeninx  
van Zoelen MA**

Directeur, Fondation Het Huys  
ten Donck, Pays-Bas  
[www.huystendonck.nl](http://www.huystendonck.nl)  
[catharina@huystendonck.nl](mailto:catharina@huystendonck.nl)

**Martine Posthuma de Boer  
MA PDRes**

MPB Conservation-Restoration  
[www.linkedin.com/in/  
mposthumadeboer/](http://www.linkedin.com/in/mposthumadeboer/)  
[jmposthumadeboer@gmail.com](mailto:jmposthumadeboer@gmail.com)

**Résumé**

Ce projet, d'une durée de trois ans, vise à assurer l'entretien des collections de façon méthodique, en accord avec les moyens limités de la fondation. Il a été mis au point suivant une approche progressive du développement et du transfert des connaissances, ainsi que du travail en équipe. Les échanges entre la communauté locale, les professionnels et les étudiants partageant un intérêt commun pour cette importante demeure néerlandaise ont enrichi la première année. De plus, l'interdisciplinarité a défini ce projet grâce à l'implication des spécialistes des textiles, des métaux, du stuc, des intérieurs historiques, de la conservation préventive, de la gestion des collections et de la communication.

Le projet s'inscrit dans le cadre d'un plan plus vaste, en vue de recréer un lien entre la demeure et la communauté locale, ainsi que la communauté culturelle de la ville voisine de Rotterdam. Les résultats de la première année ont été encourageants.

**Mots clés**

Entretien des lieux, entretien des collections, bénévolat, communauté locale, coopération universitaire, transfert des connaissances.

**H**et Huys ten Donck est une maison de plaisance construite en 1746 par Otto Groeninx van Zoelen (1704-1758, maire de Rotterdam). Les finitions apportées tout au long du XVIII<sup>e</sup> siècle, principalement dans le style Louis XV, incluent de belles décorations en plâtre réalisées par Castoldi, le maître du stuc d'origine italienne, et de fabuleuses sculptures en bois, faites par des artisans anonymes d'origine hollandaise. Les jardins ont été, par la suite, aménagés dans un style paysager à la française, agrémentés de plusieurs folies (également des monuments nationaux). Le manoir a été en permanence occupé à partir des années 1920, à la suite des premières transformations dont la demeure a fait l'objet depuis son achèvement. Les biens meubles – une collection constituée d'objets datant du XVI<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle [Thoen, 2006] – sont étroitement liés à l'histoire du manoir et de la famille. Aujourd'hui, la propriété est gérée par une fondation caritative créée en 1978, et la demeure est habitée par les descendants de la neuvième et dixième générations du bâtisseur. Confort, chaleur et authenticité s'en dégagent. Les visites commentées sont proposées à chaque saison et la demeure sert de cadre à des projets de cinéma et de photographie.





*Fig. 1*  
 Personnel et bénévoles  
 du manoir Het Huys  
 ten Donck, aux côtés  
 d'étudiants de l'Université  
 Reinwardt, à l'arrière de  
 la maison, à la fin d'une  
 séance commune de  
 transfert des connaissances,  
 juin 2017.  
 (© De Combinatie  
 Ridderkerk / Johan  
 Kruithof)

Objectifs de la fondation et de son projet d'entretien de la collection :

- Assurer une exploitation durable sur les plans économique, environnemental et matériel de la propriété.
- Repositionner la propriété pour l'avenir et retisser un lien étroit entre la demeure et la communauté locale.
- Développer et mettre en place un plan d'entretien de la collection comprenant un bon entretien/ménage avec l'appui de bénévoles locaux.
- Protéger la collection vulnérable et éviter les effets secondaires du projet à venir concernant les énergies renouvelables.

### **Un projet sur trois ans et un projet pilote en 2017**

Des fonds ont été levés afin de lancer un projet pilote sous la supervision de professionnels. Ce projet était marqué par plusieurs projets à réaliser, parmi lesquels la constitution d'une équipe de bénévoles, le transfert des connaissances, des méthodes de travail personnalisées et des bonnes méthodes d'entretien, la gestion de la collection, la coopération avec le monde universitaire et le partage des résultats.

### **Projet en cours**

À la fin de l'année 2017, les résultats intermédiaires étaient les suivants :

- Une équipe de 12 bénévoles, déterminée et motivée, travaille deux à trois fois par mois dans la demeure, sous la surveillance de professionnels. Plusieurs ateliers ont été organisés, outre le transfert des connaissances, la mise en place de différentes procédures, méthodes et plans d'entretien (ménage).
- Des échanges se sont produits entre les bénévoles, les 12 étudiants de



Fig. 2

Le grand hall de réception, comprenant un entreposage temporaire de rideaux et peintures au cours des travaux. (© C. Groeninx van Zoelen)



l'Université d'Amsterdam, les 30 étudiants de l'Université Reinwardt et leurs professeurs (Fig. 1).

- Une analyse globale des risques a été mise au point, ainsi qu'une liste de base des objets par pièce, des évaluations des altérations et différents conseils. Des mesures de protection ont été établies, parmi lesquelles l'entreposage temporaire des textiles et peintures (Fig. 2).

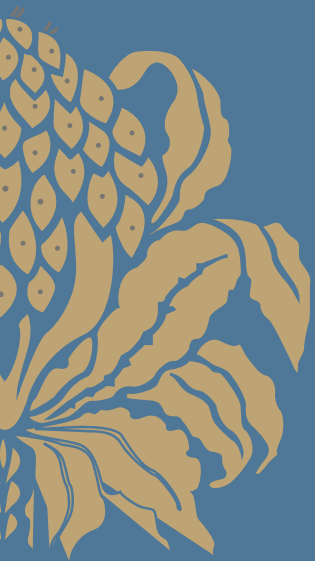
### Continuité du projet en 2018 et 2019

La période à venir comprend différentes phases :

- Élaboration d'un guide visant à optimiser l'entretien/ménage. La réalisation de courtes vidéos pour partager les expériences. L'élaboration d'un plan de gestion des collections. Le contrôle initial des nuisibles, du climat, de l'éclairage et des dommages physiques.
- Organisation de projets d'été, de master class et de rencontres d'un intérêt particulier pour partager publiquement le travail artisanal de la demeure.

### Bibliographie partielle

THOEN I., 2006. *Het Huys ten Donck en de familie Groeninx van Zoelen*. Rotterdam : Stad en Bedrijf.



## 03

Les sciences  
appliquées  
à la conservation  
préventive des  
collections *in situ* :  
un support essentiel  
pour le diagnostic  
et les actions de  
conservation

Depuis plusieurs années, les sciences dures sont devenues une branche fondamentale de l'approche scientifique à la conservation matérielle du patrimoine, l'apport des nouvelles technologies étant reconnu comme indispensable dans le domaine de la conservation-restauration mais aussi de la conservation préventive. Le troisième axe du colloque a pour but de faire le lien entre les récentes recherches scientifiques de plus haut niveau et les retombées pratiques que les résultats de ces recherches peuvent avoir dans la gestion des collections.

Les observations *in situ* menées par l'English Heritage, le Getty Conservation Institute, l'Université de Yale et la Fondation des Sciences du Patrimoine constituent des réalités majeures dans ce domaine, et notamment dans la recherche sur la réponse des matériaux aux facteurs d'altération aux effets lents et cumulatifs (climat, lumière, empoussièrement...).

Ces thématiques s'avèrent particulièrement significatives pour les collections des demeures historiques, souvent exposées dans un environnement très différent des conditions idéales préconisées dans les normes de conservation des collections muséales. Contrairement à l'approche des années 1990, basée sur l'observation du comportement d'échantillons traités artificiellement en laboratoire, les recherches actuelles se concentrent sur l'observation d'œuvres dans les conditions réelles d'exposition. L'analyse de cette réponse constitue un outil de support très important à la prise de décision, notamment, par exemple, pour les choix du traitement climatique au sein des bâtiments historiques.

Cette même approche a guidé l'équipe EPICO dans la recherche et ensuite l'extrapolation d'indicateurs d'altération exploitables dans la gestion courante des collections des demeures historiques. Le but étant d'identifier avec un équipement de terrain les sources d'altération pour agir de manière efficace avant qu'elles produisent un effet irréversible sur la matière des collections.

**Thèmes**

1. Les études en sciences dures appliquées au diagnostic des phénomènes de dégradation (réponse des matériaux des objets aux conditions de conservation).
2. L'exploitation de ces recherches pour l'identification d'indicateurs d'altération simples et exploitables au cours de l'activité ordinaire de conservation préventive des collections.



## SESSION 4

### **Modérateur**

Thierry Zimmer  
*Conservateur, adjoint au  
directeur du Laboratoire de  
Recherche des Monuments  
Historiques (LRMH)*

### **Interventions de**

Christine Andraud  
Nigel Blades  
Łukasz Bratasz  
Kristina Holl  
Michał Lukomski  
Alain Roche  
David Thickett

Examen d'un panneau de bois doré  
dans la salle à manger du château  
de Linderhof à l'aide d'un scanner à  
lumière structurée.

© Bayerische Verwaltung der  
staatlichen Schlösser, Gärten und  
Seen (BSV)





# Utiliser la science pour évaluer et prédire la réponse des objets dans les environnements des demeures historiques

## Résumé

L'évaluation des conditions de conservation des objets est essentielle dans l'environnement de demeures historiques. Bien que des conditions environnementales idéales ne soient pas possibles sans une modification radicale et souvent non envisageable de la structure du bâtiment, les techniques scientifiques peuvent venir en soutien de l'évaluation de conservation. Alors que des techniques d'inspection périodiques sont appliquées aux meubles, aux ivoires et aux peintures, il peut être très difficile d'attribuer les altérations observées à des événements environnementaux particuliers. Cette situation peut être surmontée grâce à des techniques de suivi continu où les effets de fluctuations environnementales deviennent évidents à l'aide de mesures à haute fréquence.

Le coût élevé ou l'expertise requise signifient que ces techniques ne sont disponibles que dans certains cas.

Cependant, les résultats de ces études permettent de développer des fonctions de dommages, grâce auxquelles on pourrait aussi mieux évaluer d'autres environnements. Cette recherche a développé de nouvelles fonctions de dommages et vérifié celles déjà publiées. English Heritage collecte des données sur toutes les altérations observées (ainsi que l'analyse instrumentale) sur ses collections. Cette démarche, bien que toujours en cours de développement, s'est avérée extrêmement efficace pour évaluer des environnements complexes et développer des évaluations des risques basées sur des données factuelles.

## Mots clés

Émission acoustique, corrélation d'images numériques, fluctuations d'HR.

### David Thickett

Directeur de recherche, English Heritage, Rangers House, Chesterfield Walk, Londres  
david.thickett@english-heritage.org.uk, www.english-heritage.org.uk

### Vladimir Vilde

History of Art Department, University College London  
Vladimir.vilde.15@ucl.ac.uk

### Paul Lankester

English Heritage, Rangers House, Chesterfield Walk, Londres  
paul.lankester@english-heritage.org.uk  
www.english-heritage.org.uk

### Emma Richardson

History of Art Department, University College London  
e.richardson@ucl.ac.uk

**L**a récente norme environnementale du CEN se base sur l'évaluation de la conservation pour déterminer la stabilité d'un objet ou son instabilité [BSI, 2010]. Des techniques scientifiques peuvent fournir un support à l'évaluation de conservation et, dans certains cas, des instruments sensibles et portables peuvent détecter les dommages avant qu'ils ne soient visibles à l'œil nu.

L'attribution de la cause des altérations est très courante dans la conservation, à la fois pour améliorer les environnements, quand c'est nécessaire, et durant l'audit. Les analyses scientifiques peuvent aider à différencier dans certaines situations de nombreux phénomènes de détérioration qui semblent être visuellement similaires. Puisque l'équipement d'analyse

devient plus portable et moins onéreux, les situations dans lesquelles il peut être utilisé sont désormais plus nombreuses. De plus, plusieurs équipements non invasifs sont maintenant disponibles. Les problèmes éthiques liés à l'analyse sont ainsi réduits, comme la plupart des prélèvements d'échantillons qui permettent de détecter et de comprendre les détériorations, compensant ainsi une perte future plus importante. Les techniques non invasives permettent également de répliquer les analyses pour caractériser les surfaces généralement hétérogènes rencontrées et des mesures multiples au même endroit à différents moments, à partir desquelles des taux de détérioration peuvent être dérivés [Thickett *et al.*, 2017].

La démarche scientifique a été utilisée pour développer des systèmes ancrés sur des critères décrivant visuellement la croissance et la culture des moisissures ainsi que des méthodes moléculaires pour identifier les espèces présentes et le risque. Elle commence aussi à être utilisée plus largement pour suivre la détérioration chimique. L'identification de produits corrosifs indique souvent la source de la corrosion. La quantification de sels solubles dans la pierre et la céramique, combinée aux modèles thermodynamiques, permet de comprendre quelles sont les plages de température moins dommageables et les intervalles d'humidité relative (HR) pour minimiser les risques d'altérations futures. L'état de la conservation du papier, du cuir et des émaux peut désormais être déterminé. Cependant, nous nous focaliserons dans cet article sur la détérioration physique, principalement causée par les fluctuations de HR, car nous n'entendons pas faire ici un article de synthèse : les exemples qui seront présentés ne serviront qu'à explorer certains aspects et non pas à faire une étude exhaustive du sujet qui nous intéresse.

Tous les cas d'altérations potentielles dues aux conditions environnementales dans les collections de English Heritage sont étudiés. Le moteur premier à cet égard est notre approche aux normes basées sur le comportement antérieur des collections, la science de la conservation et la capacité de contrôle sur les salles [Thickett *et al.*, 2012]. Par conséquent, la connaissance des comportements nuisibles est essentielle. Un minimum de données sont prises en compte : la date à laquelle l'altération a été observée, la date estimée à laquelle l'altération n'a pas été observée, deux images collectées (un plan large de l'objet et un plan serré de l'altération), ainsi qu'une année de données environnementales de la salle où se trouve l'objet. Des moniteurs (écrans) supplémentaires sont souvent installés pour déterminer la relation entre le capteur placé dans la salle et l'environnement de l'objet. Une analyse environnementale plus poussée est fréquemment entreprise afin de fournir un diagnostic. L'altération peut être étudiée plus en détail analytiquement, avec des produits corrosifs, des sels ou des espèces de moisissures identifiées.

L'exactitude des données de l'audit est souvent remise en question. Des méthodes sont disponibles pour évaluer et améliorer le biais entre les

Matériel/lieu	Audit complet : pourcentage d'objets instables	Moyenne de 5% d'audit	Écart type
Fer archéologique, toutes les collections exposées de l'EH English Heritage	2.56	2.53	0.83
Peintures, toutes les collections exposées l'EH English Heritage	2.24	2.29	1.12
Meubles dorés, toutes les collections exposées de l'EH English Heritage	1.98	1.94	0.98
Vaste gamme d'objets d'art et décoratifs à Audley End House	1.70	1.81	1.26
Vaste gamme d'objets d'art et décoratifs à Apsley House	2.87	2.98	1.34

évaluateurs [Taylor, 2017]. L'autre grande source d'erreur est l'échantillonnage, étant donné que les tailles des collections et les ressources empêchent souvent les audits complets.

Les données de cinq audits complets existants ont été rééchantillonnées numériquement pour évaluer cette erreur. La méthode d'échantillonnage est celle utilisée dans la méthodologie d'audit d'English Heritage [Xavier-Rowe, 2011]. Les résultats ont été évalués en termes de pourcentage d'objets instables (catégorie 3 and 4) et comparés à la valeur de l'ensemble d'audits complets. Le rééchantillonnage numérique a été entrepris 100 fois pour un échantillon de 5 %. La distribution de données a été testée pour la normalité en utilisant le test Shapiro-Wilk avec une valeur alpha de 0.05, et s'est avérée être normalement distribuée [Shapiro et Wilk, 1965]. L'écart type a été ainsi calculé. Les résultats sont montrés dans le Tab. 1.

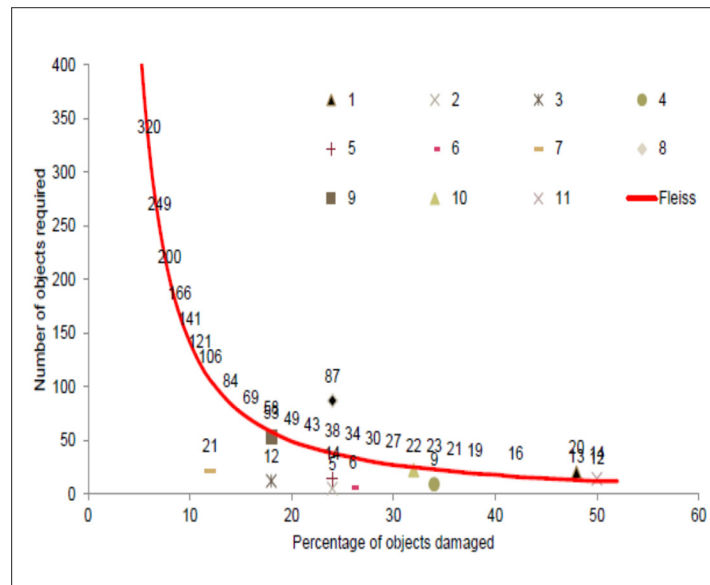
Comme on peut le voir, à un intervalle de confiance de 95 % (2 écarts-types), les données provenant des audits des collections avec un matériau unique ont une distribution plus étroite. L'audit d'une collection mixte augmente les erreurs d'échantillonnage. Cela est très probablement dû à l'augmentation de la variation des objets.

Une des utilisations des données de l'audit pourrait être d'essayer de relier la réponse des objets à leur environnement dans les salles évaluées. Le nombre d'objets requis pour fournir des résultats statistiquement significatifs est important pour cette approche. Les salles d'exposition ouvertes au public auront des environnements plus agressifs, étant donné qu'elles sont plus difficiles à contrôler que les magasins généralement fermés. Malheureusement, le nombre d'objets présents limite la taille potentielle de l'échantillonnage. La plupart des pièces historiques ont des environnements soit légèrement soit très différents les uns des autres. Le nombre d'objets d'un type particulier est souvent limité dans une salle. Le domaine de l'épidémiologie a développé des statistiques pour déterminer le nombre

*Tab. 1*  
Résultats d'échantillonnage  
numérique d'audits  
complets à 5 %, 100 fois.



Fig. 1  
Nombre d'objets  
requis pour une  
comparaison  
statistiquement  
robuste de deux  
groupes d'objets.



d'objets requis pour obtenir une étude significative à différents taux d'altération dans les deux groupes [Fleiss *et al.*, 2003]. Les résultats de ce travail (utilisant une valeur alpha et p de 0.05, ce qui veut dire essentiellement qu'il y a une chance de 1 sur 20 pour que les deux groupes de comparaison ne représentent pas l'entière population dont ils sont extraits) sont illustrés dans la Fig. 1. En partant du principe qu'un groupe est dans des conditions non dommageables, la différence du taux de dommage, exprimé en pourcentage d'objets endommagés, forme l'axe des x (si le second groupe a été endommagé par les conditions, la différence est plus faible). Comme on peut le voir, le nombre d'objets requis pour chaque groupe augmente considérablement lorsque le taux de dégâts (différence) diminue. La base de données des altérations donne un nombre d'objets endommagés d'un type particulier dans une salle, lorsqu'il est combiné à un décompte de tout objet de ce type, la différence dans le taux de dommage peut être évaluée. Un petit ensemble de résultats est représenté dans la Fig. 1. Les numéros sont aussi indiqués sur la Fig. 1 pour faciliter la compréhension.

Comme on peut le voir, plus de la moitié des instances montrées n'avaient pas assez d'objets présents au niveau des altérations mesurées pour fournir des informations statistiquement robustes. Une sélection minutieuse des études utilisant une telle approche est requise pour les salles et les collections. Un des avantages d'utiliser des techniques d'analyse sensibles est que les différences de conditions qui peuvent être détectées peuvent être plus petites que dans le cas d'un examen visuel. Cela réduit le nombre d'objets requis pour des statistiques robustes. Ce nombre peut être fréquemment limitatif comme indiqué.

### Mesures périodiques

Une gamme de techniques d'inspection a été appliquée aux collections.

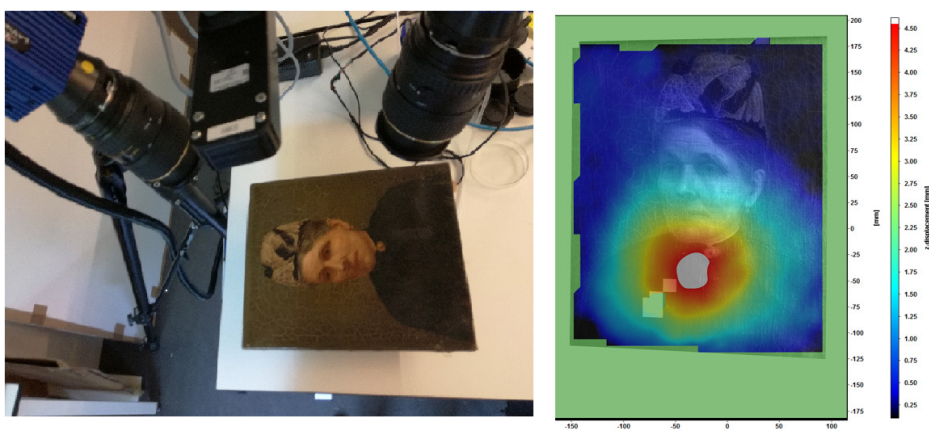


Fig. 2  
Configuration CIN en observant une peinture sur toile (à gauche), cartographie de déplacement hors plan (à droite).

Celles-ci comprennent généralement des photographies et des mesures de fissures, visuellement, à l'aide de jauges ou d'un microscope de mesure. La photogrammétrie, la numérisation laser 3D, interférométrie de speckle électronique et la corrélation d'images numériques ont également été appliquées dans quelques cas [Dulieu-Barton *et al.*, 2005]. Les mesures sont parfois appliquées périodiquement. La plupart des cas rapportés ont été obtenus à partir de deux séries de mesures, avec une tentative de connecter les changements aux environnements expérimentés.

### Développement de corrélations d'images numériques *in situ* (CIN)

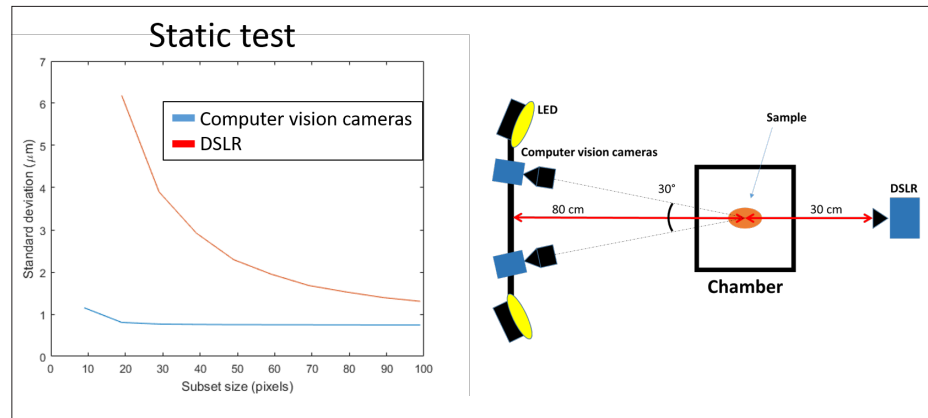
Afin de déployer des CIN *in situ*, il faut prendre en compte certains aspects qui diffèrent entre un laboratoire et le contexte d'un bâtiment historique. La CIN est une technique d'imagerie qui peut être très sensible, qui peut mesurer un mouvement de sous-pixel. Cette technique est basée sur la comparaison d'images dans le temps, en extrayant une cartographie de déplacement sur l'image qui peut mettre en évidence des déformations et des défauts. Dans la plupart des cas, des caméras de vision par ordinateur sont utilisées, celles-ci ont un capteur plus grand, de plus grande qualité et qui produit moins de bruit que les caméras commerciales. Toutefois, leur prix et la manipulation spécifique requise par ces appareils limitent leur accessibilité. De plus, comme les déplacements du micromètre sont mesurés, l'expérience doit être faite dans un environnement très stable avec des vibrations faibles. Ce qui n'est généralement pas la situation que nous rencontrons dans les bâtiments historiques.

La caractéristique principale qui peut compliquer la mesure CIN des œuvres d'art est le motif de l'image. Il est nécessaire d'avoir des caractéristiques aléatoires sur la surface observée. Dans l'industrie, le motif est généralement appliqué sur le matériau testé. Cela ne peut pas être fait sur un grand nombre d'œuvres d'art, puisque nous ne souhaitons pas avoir d'interaction avec l'objet et ne comptons que sur l'imagerie à long terme.

La restriction sur l'application des motifs n'est pas limitée au patrimoine culturel. Les études portant sur les dommages subis sous l'eau

Fig. 3

Comparaison entre la configuration de la vision par ordinateur et un seul DSLR.

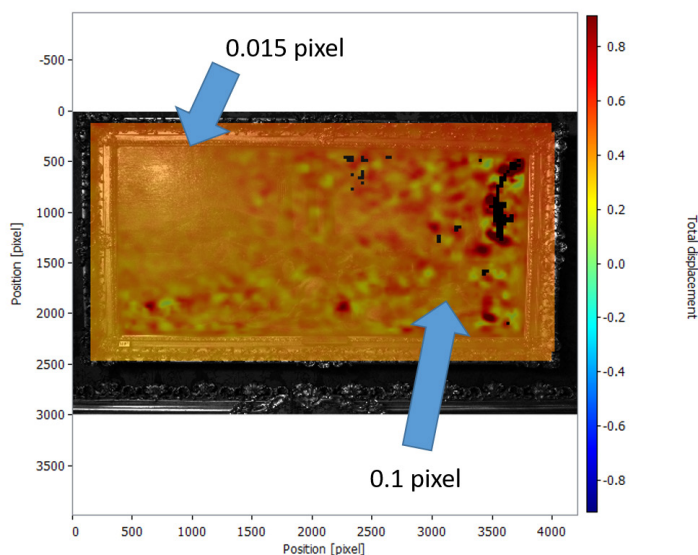


(où le motif peut se dissoudre) se basent sur le pattern naturel du matériel. La même approche peut être appliquée sur de nombreuses œuvres d'art où les détails esthétiques, les fissures ou les coups de pinceau peuvent former des motifs aléatoires. Mais cela exclut les objets qui ont des surfaces sans motifs ou avec des couleurs unies. En plus, certaines œuvres d'art ont les deux, comme un portrait peut avoir beaucoup de détails sur le personnage et un fond sombre et uni. Ces limitations nécessitent une évaluation approfondie du motif avant qu'une mesure ne soit envisagée.

Les tests initiaux appliquant un petit déplacement à l'arrière d'un portrait ont permis de localiser et mesurer le déplacement (Fig. 2, à droite). Le fond plutôt uni n'a pas posé de problème puisque sa surface était inégale, limitant les points morts seulement à la réflexion de la lumière et changeant le motif. Mais cette expérience particulière, bien qu'elle soit capable de mesurer le déplacement sans appliquer aucun motif, résulte d'un mouvement important de la peinture par rapport à la sensibilité de l'instrument.

D'autres tests montrent que la modification de l'HR et l'absorption d'humidité peuvent être aussi détectées sur une peinture. Toutefois, ces observations ont été effectuées dans un environnement contrôlé. La question demeure de savoir dans quelle mesure les données peuvent être fiables et comment les changements environnementaux, tels que l'intensité lumineuse, ont un impact sur les résultats. En déplaçant la peinture lors du test précédent, la réflexion de la lumière sur le vernis a modifié le motif observé par la caméra en créant des points morts. On peut facilement s'attendre à de telles erreurs sur une mesure *in situ* à côté de vibrations.

Avant de déployer une caméra sur le site, il est crucial de faire en sorte que l'instrument soit accessible à l'institution patrimoniale et adapté à des expériences autonomes. Pour ce faire, nous comparons les résultats d'un échantillon standard avec un speckle aléatoire entre une configuration de vision par ordinateur complète et une seule caméra commerciale, comme le montre la Fig. 3.



Le graphique montre une erreur aléatoire par rapport à la résolution de la cartographie de déplacement. Alors que ces données ne sont pas suffisantes pour donner la précision absolue du système, il est crucial d'évaluer comment les caméras voient les motifs au fil du temps. Cela va fluctuer, créant un déplacement virtuel. Même si les caméras de vision par ordinateur font beaucoup moins de bruit malgré leur éloignement, le DSLR (Digital Single Lens Reflex) a un niveau d'erreur très raisonnable jusqu'à  $6\mu\text{m}$ , ce qui est prometteur.

Dans cette optique, nous pouvons commencer à surveiller la vraie peinture sur le site, en commençant par évaluer son motif et l'impact de l'environnement sur celui-ci. Dans le meilleur des cas, l'objet doit se déplacer d'une distance bien définie, ce qui sera comparé au déplacement mesuré par le CIN. En pratique, il n'est pas possible de déplacer la peinture ou la caméra sur le site avec une précision micrométrique. Par conséquent, nous avons commencé à considérer l'erreur aléatoire, comme l'illustre la Fig. 4. Plusieurs peintures de la collection Wellington à Apsley House (English Heritage) ont été prises en compte. Dans l'ensemble, les paysages ont mieux fonctionné puisqu'ils comprennent plus de détails sur le premier plan et l'arrière-plan. Les portraits étaient plus compliqués puisqu'ils avaient souvent un fond uni et des zones homogènes au premier plan (tissu, partie du visage, etc.). La mesure d'erreur aléatoire a donné de bons résultats pour une grande partie des peintures observées. Cela démontre la faisabilité potentielle d'une surveillance à long terme de la peinture, si les changements dus à l'HR sont suffisamment importants pour être détectés. Toutefois, la réflexion de la lumière a fortement influencé la mesure du bruit, comme le montre la Fig. 5.

La réflexion sur le vernis dans le coin supérieur gauche a amélioré le motif à travers la couche de peinture, donnant des caractéristiques plus définies dans cette zone. Cependant, la lumière ambiante peut affecter ce motif, en déplaçant l'erreur, ce qui peut être considéré par la caméra comme un vrai

Fig. 4  
Erreur aléatoire mesurée  
d'une peinture.



Technique	Appliquée à	Résultats	Référence
Jauge de déformation	Bois	Nécessite une surface très plate, dépendance de la température	
Transducteur différentiel de tension linéaire	Fissures dans les meubles et peintures sur bois		Knight et Thickett, 2007
Fibre de Bragg	Peintures sur bois, tapisseries	La rigidité de la fibre peut affecter la réponse de l'objet	Dulieu-Barton <i>et al.</i> , 2005
Kit déformétrique	Peintures sur bois	A besoin d'espace derrière le panneau	Uzielli <i>et al.</i> , 2012
Masse	Meubles, sculptures, ivoires		Thickett <i>et al.</i> , 2006
Teneur en humidité	Meubles		Thickett, non publié

Tab. 2  
Techniques de mesure  
en continu.

mouvement. Cela peut être résolu en contrôlant soigneusement l'éclairage. Nous devons donc continuer cette recherche pour évaluer comment cette erreur peut être prise en compte durant l'analyse des données.

### Traçage indirect

Pour les dommages physiques, qui sont généralement associés aux fluctuations de l'HR, des mesures périodiques ont l'inconvénient majeur de ne pas affecter les altérations à une fluctuation particulière, ou à une combinaison de fluctuations et de conditions antérieures, à moins qu'un événement assez extrême ne se produise. Les intervalles de mesure sont souvent longs et l'environnement dans les bâtiments historiques change fréquemment. Des mesures continues peuvent permettre de relier les réponses à des épisodes particuliers ou d'en explorer la situation. Le terme « traçage » a été utilisé par certains chercheurs. Une sélection de méthodes est montrée dans le Tab. 2. Certaines de ces méthodes ont été appliquées à la surveillance à long terme *in situ*, d'autres ont le potentiel d'une telle application, mais les auteurs n'ont pas vu d'exemples rapportés.

À l'exception de la masse et de la teneur en humidité, toutes les méthodes listées dans le Tab. 2 exigent une fixation ferme à la surface de l'objet, ce qui peut poser problème. Toutes les méthodes sont indirectes, étant donné qu'elles mesurent une propriété d'intérêt, telle que la longueur, mais pas les altérations. L'interprétation des données est nécessaire pour déduire un événement dommageable, ce qui nécessite une compréhension approfondie des propriétés mécaniques des objets qui sont mesurés. Cela est problématique, puisque les tests mécaniques, qui sont destructifs, nécessitent des tailles d'échantillons significatives et la majorité des données sont seulement disponibles pour des matériaux modernes et non vieillis.

### Traçage direct

Une méthode plus directe est l'émission acoustique. Des petits capteurs détectent les vibrations à hautes fréquences quand des matériaux rigides subissent une micro-fissuration lors de la déformation [Strojecki *et al.*, 2014].

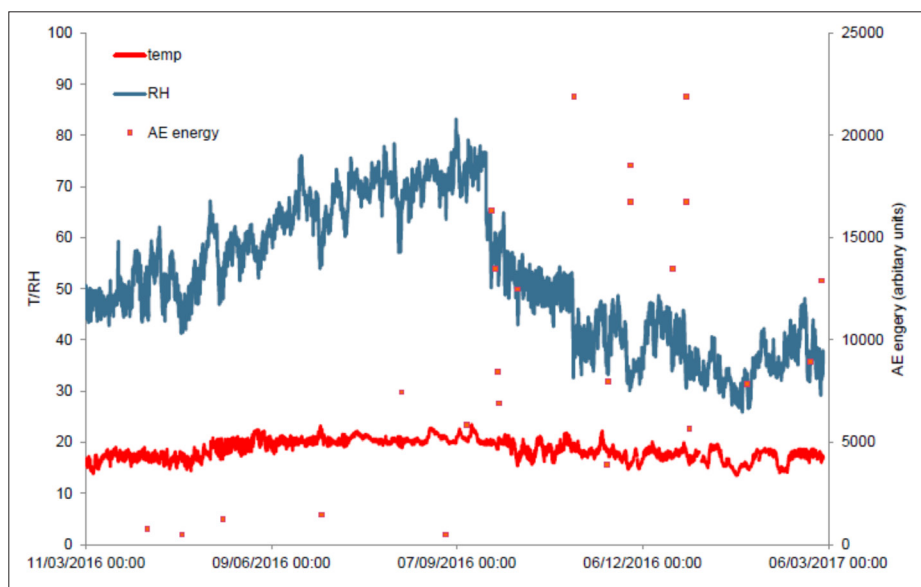


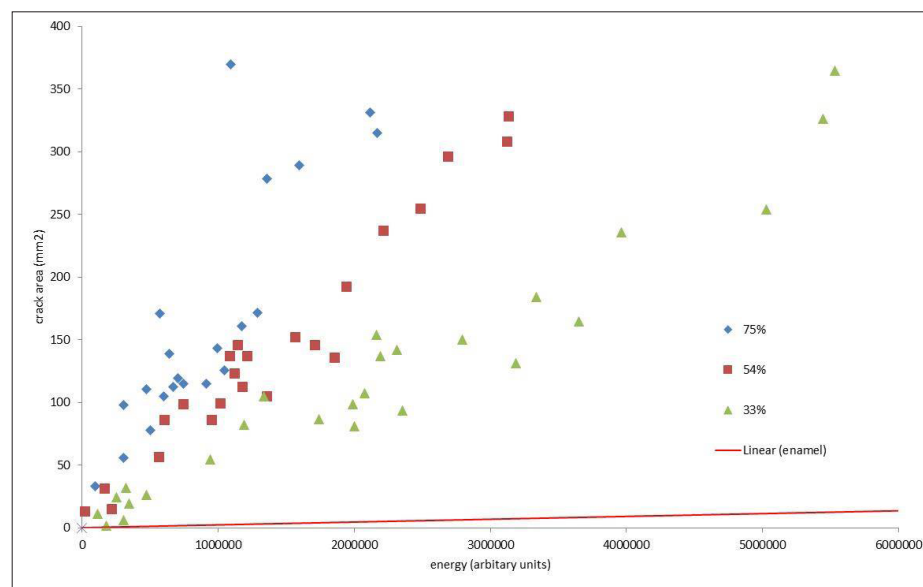
Fig. 5  
Émission acoustique et  
climat mesurés à partir et  
autour du coffre en acajou.

Les capteurs peuvent être poussés contre l'objet sans fixation. L'échelle des altérations détectées est très nettement inférieure à ce que l'on peut voir à l'aide de l'inspection visuelle. Cette technique a été utilisée pour des émaux, de la pierre, des métaux et du bois dans le patrimoine culturel. Le bois est l'un des matériaux les plus difficiles à mesurer, avec une atténuation rapide du signal, les effets de l'humidité et de grandes différences de réponse dues aux directions de croissance [Kawamoto et Williams, 2002]. Les signaux du bois sont relativement faibles et les bruits de fond sont une limitation majeure dans un lieu. Cela détermine la limite de détection pratique. Le bruit provient de deux sources : l'une électromagnétique et l'autre d'activité physique [Diodati *et al.*, 2001].

Les capteurs différentiels sont les moins sensibles au bruit électromagnétique parmi ceux disponibles. Il y a un bruit de fond général, qui est normalement éliminé en configurant une valeur seuil au-dessous de laquelle les signaux ne sont pas enregistrés. De plus, il y a des événements de bruits périodiques d'une ampleur similaire à ceux de la micro-fissuration dans le bois. Certains sont en corrélation avec le choc du mouvement que les visiteurs induisent dans les objets, soit directement soit à travers la vibration, notamment des parquets. L'utilisation de deux capteurs en mode anti-corrélation évite d'enregistrer de tels événements. Les deux capteurs sont placés assez loin l'un de l'autre (généralement à plus de 6 cm) afin de ne pas répondre au même événement dans le bois. Les événements ne sont enregistrés que s'ils sont sur un seul capteur, en supposant qu'un événement enregistré sur les deux capteurs soit du bruit. L'application la plus courante consiste à surveiller l'extension des fissures en plaçant un capteur sur l'extrémité de la fissure.

Une commode du XVIII<sup>e</sup> siècle en bois de pin et plaquage en noyer a été placée sous surveillance au château de Walmer. Un système d'acoustique

*Fig. 6*  
Étalonnage de l'énergie  
d'émission acoustique  
générée par la croissance  
des fissures à différentes  
valeurs d'HR.



physique PAC 125 a été utilisé avec deux capteurs WD en mode anti-corrélation. L'utilisation de préamplificateurs a permis de placer l'équipement à une certaine distance (5 m) de la commode pour ne pas perturber visuellement l'intérieur historique. La fourniture de prises électriques est également souvent très limitée dans les bâtiments historiques. En même temps, la surveillance de chocs a été entreprise avec des enregistreurs triaxiaux MSR 145.

Les résultats de la surveillance sur une année sont présentés dans la Fig. 5. Tout événement coïncidant (dans un délai d'une seconde) à un choc supérieur à 0,1 g n'a pas été pris en compte.

Il y a un certain nombre d'événements d'émissions acoustiques tout au long de l'année. Les plus intenses, les événements avec l'énergie intégrée la plus élevée, apparaissent aux périodes les plus sèches. Une discussion poussée des résultats dépasse la portée de cet article et sera approfondie avec un corpus de surveillance similaire dans une publication future. La très haute résolution temporelle permet l'analyse de la corrélation avec les données environnementales.

Les événements d'émission acoustique sont enregistrés sur une fraction de seconde et peuvent être corrélés à des événements de choc pour éliminer cette source de bruit.

Une série de calibrages a été réalisée avec des bandes de noyer de 1 mm équilibrées à 75, 54 et 33 % d'HR.

Ceux-ci ont été pré-entaillés (1 mm x 2 mm) et écartés dans un testeur de traction Instron.

L'augmentation de la zone de fissure sur l'extension de la longueur de la fissure a été corrélée à la quantité d'émission acoustique mesurée. Chaque calibrage a été réalisé avec 5 échantillons. Les calibrages sont montrés dans la Fig. 6 avec un calibrage pour les émaux.

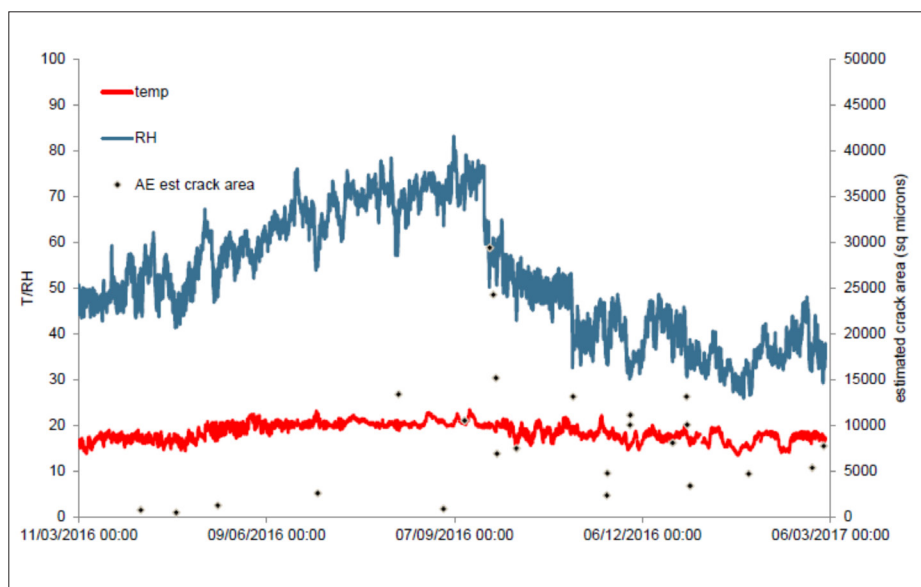


Fig. 7  
Données d'émission  
acoustique de la Fig. 5,  
recalibrées pour compenser  
l'HR.

Il y a une différence importante de réponse de l'émission acoustique à la même extension de fissure à différentes valeurs d'HR en raison des différentes teneurs d'humidité du bois de noyer. Toutes les réponses du bois sont très nettement inférieures à l'émail. Seule est montrée la partie d'extension basse de la réponse de l'émail. Le calibrage, en utilisant la détermination optique de la longueur de la fissure, a une faible sensibilité (intervalle de mesure de 0,2 mm), ce qui veut dire que la courbe de calibrage est principalement supérieure au niveau d'émission acoustique détectée sur des objets.

Ces calibrages ont été appliqués aux signaux générés dans les 24 heures suivant à HR >63 %, 44-64 % et <44 % pour produire la Fig. 7.

Avec différentes réponses acoustiques du bois à divers taux d'HR pris en compte, la distribution de la quantité de fissurations change et la chute de 75 à 50 % apparaît maintenant comme étant la plus dommageable. Il y a un inconvénient avec cette approche : elle donne des résultats plus facilement accessibles et compréhensibles, mais elle repose sur des calibrages avec du bois moderne, et devient donc une méthode moins directe. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si la réponse acoustique est la même pour le bois récent ou ancien.

### Fonctions de dommages

À quelques exceptions près, le coût élevé ou l'expertise requise signifient que ces techniques ne pourront pas toujours être utilisées.

Cependant, les résultats de ces études sont idéaux pour développer des fonctions de dommages afin de mieux évaluer d'autres données environnementales.

Les environnements dans les bâtiments historiques sont généralement complexes. Il est souvent difficile de traduire les résultats d'expériences



Fonction	Notes	Référence
HERIe	Analyse par éléments finis	HERIe
BS EN 15757	Méthode mathématique basée sur l'expérience	BSI, 2010
Variété de méthodes développées dans les fonctions de dommages		Lankester, 2013
Analyse des données à différentes périodes de fluctuation		Pretzel, 2014
Moisissure sur bois	Quatre fonctions publiées basées sur des expériences de laboratoire	Thickett <i>et al.</i> , 2014

Tab. 3  
Fonctions de dommages.

en laboratoire pour ces environnements, ce qui a mené à une situation où nous avons une bonne compréhension des limites de sécurité (où il n'y a absolument aucun risque pour les objets), mais presque aucune compréhension du niveau de risque lorsque nous dépassons ces limites.

Ces limites de sécurité sont impossibles à maintenir dans la grande majorité des bâtiments historiques. Une approche prometteuse pour déterminer le risque est l'utilisation de fonctions de dommages numériques. La réponse d'un grand groupe d'objets est mesurée et mathématiquement corrélée avec les conditions de HR. Cette fonction mathématique peut donc être utilisée pour évaluer d'autres données environnementales d'HR pour donner une indication du risque. Cette approche a déjà été élaborée dans une certaine mesure à plusieurs reprises dans le Tab. 3.

Cette approche est également utile pour les processus tels que la corrosion qui dépend à la fois des concentrations de gaz polluants et de HR, et parfois de la température [Thickett, à paraître].

La base de données des altérations observées a été très utile pour tester et calibrer ces fonctions de dommages. Des travaux ont été entrepris pour étudier et comparer les épidémies de moisissures, indiquant une meilleure corrélation de deux des quatre fonctions de dommages publiées aux phénomènes observés sur les biens de English Heritage [Thickett *et al.*, 2014]. Des travaux sont prévus dans un avenir proche pour étudier des cas d'altérations physiques. Cette approche, bien que toujours en développement, s'est avérée extrêmement efficace pour évaluer des environnements complexes et développer une évaluation des risques.

### Conclusion

Les méthodes scientifiques peuvent aider à déterminer la réponse de l'objet dans certains cas. Il existe des restrictions importantes quant à leur utilisation sur des objets historiques, mais il y a de nombreux exemples où

elles ont été surmontées. Un avantage majeur est la sensibilité accrue, qui s'est avérée particulièrement importante pour la comparaison statistique à la réponse aux environnements.

La corrélation d'images numériques peut être utilisée avec des caméras plus conventionnelles, ce qui la rend accessible aux institutions patrimoniales, et une surveillance à long terme, car elle peut facilement être alimentée par batterie.

Le motif naturel de la peinture sur toile fonctionne dans de nombreux cas, mais toutes les peintures ne peuvent pas être observées, en particulier celles qui manquent d'éléments caractéristiques.

Même si le mouvement peut être surveillé, la sensibilité de la technique dépendra de la peinture, en raison de la qualité du motif. Les fluctuations d'HR ambiante peuvent être trop faibles pour être détectées par certains, tout en étant facilement mesurables pour d'autres.

Les émissions acoustiques se sont montrées particulièrement utiles, et les limites de détection dues aux niveaux de bruit ont été évaluées.

Le développement de résultats de fonctions de dommage est un domaine avec un potentiel futur très important qui pourra mener à de grandes améliorations dans l'évaluation des données environnementales.

## Références bibliographiques

- BSI, 2010. BS EN 15757:2010. *Conservation of Cultural Property. Specifications for temperature and relative humidity to limit climate induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*. Londres : BSI.
- DIODATI P., PIAZZA S., DEL SOLE S., MASCIOVECCHIO L., 2001. « Daily and annual electromagnetic noise variation and acoustic emission revealed on the Gran Sasso Mountain ». *Earth and Planetary Science Letters*, 184, p. 719-724.
- DULIEU-BARTON J. M., DOKOS L., EASTOP D., LENNARD F., CHAMBERS A. R., SAHIM M., 2005. « Deformation and strain measurement techniques for the inspection of damage in works of art ». *Reviews in Conservation* 6, p. 63-73.
- FLEISS J. L., LEVIN B., PAIK M. C., 2003. *Statistical Methods for Rates and Proportions*, 3<sup>e</sup> édit. New Jersey : Wiley.
- HERIE, disponible au <http://herie.mnk.pl/> (consulté le 29 juin 2018).
- KAWAMOTO S. et WILLIAMS R. S., 2002. *Acoustic emission and acousto-ultrasonic techniques for wood and wood based composites. A review*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-134. Madison, WI : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 16 p.
- KNIGHT B. et THICKETT D., 2007. « Determination of response rates of wooden objects to fluctuating relative humidity in historic properties », in PADFIELD T. et BORCHERSEN K. (dir.), *Museum Microclimates*. Hvidovre : LP Nielsen Bogtryk, p. 85-88.
- LANKESTER P., 2013. *The Impact of Climate Change on Historic Interiors*, PhD University of East Anglia.
- PRETZEL B., 2014. « [Un]Reasonable – Broadening acceptable climate parameters for furniture on open Display », in : Bridgland J. (dir.), *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints*, Melbourne, 15-19 septembre 2014, art. 1507, 10 p. Paris : International Council of Museums.
- SHAPIRO S. S. et WILK M. B., 1965. « An analysis of variance test for normality (complete samples) ». *Biometrika* 52 (3-4), p. 591-611.
- STROJECKI M., ŁUKOMSKI M., KRZEMIEN L., SOBCZYK J., BRATASZ Ł., 2014. « Acoustic emission monitoring of an eighteenth-century wardrobe to support a strategy for indoor climate management ». *Studies in Conservation* 59 (4), p. 225-232.
- TAYLOR J., 2017. « Improving Reliability in Collection Condition Surveys by Utilizing Training and Decision Guides ». *Journal of the American Institute for Conservation* 56 (2), p. 126-141.
- THICKETT D., DAVID F., LUXFORD N., 2006. « Air Exchange Rate ; A dominant parameter for showcases ». *The Conservator*, p. 19-34.
- THICKETT D., LUXFORD N., LANKESTER P., 2012. « Environmental Management Challenges and Strategies in Historic Houses ». In : *The Artifact, its Context and their Narrative*, Postprints of ICOM-CC-DEMIST Conference. Los Angeles : ICOM, p. 1-11.
- THICKETT D., LANKESTER P., PEREIRA PARDO L., 2014. « Testing damage functions for mould growth », in BRIDGLAND J. (dir.), *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints*, Melbourne, 15-19 septembre 2014, art. 2103, 9 p. Paris : International Council of Museums.
- THICKETT D., CHEUNG C. S., LIANG H., TWYDLE J., GR MAEV R., GAVRILOV D., 2017. « Using non-invasive non-destructive techniques to monitor cultural heritage objects ». *Insight* 59 (5), p. 15.
- THICKETT D., 2018. « The frontiers of preventive conservation ». Pré-publication de la conférence de l'IIC, in *Studies in Conservation*, 63 (suppl. 1), 2018, p. 262-267.
- UZIPELLA L., COCCHIA L., MAZZANTIA P., TOGNIA M., JULLIEN D. B., DIONISI-VICIAC P., 2012. « The deformometric kit : A method and an apparatus for monitoring the deformation of wooden panels ». *Journal of Cultural Heritage* 13 (3), p. 91-101.
- XAVIER-ROWE A. et FRY C., 2011. « Heritage collections at risk », in BRIDGLAND J. (dir.), *ICOM-CC 16th Triennial Pré-publication de la conférence*, Lisbonne, 15-19 Septembre 2011, art. 2103, 11 p. Paris : International Council of Museums.

# La surveillance à vues multiples des modifications dimensionnelles des panneaux en bois dues aux fluctuations climatiques au château de Linderhof

## Résumé

Chaque année, 500 000 visiteurs viennent visiter le château de Linderhof qui a été conçu par le roi Louis II de Bavière. Le climat intérieur de ce petit château est fortement affecté par le nombre élevé de visiteurs. Jusqu'à récemment, le seul moyen d'obtenir de l'air frais consistait à ouvrir les fenêtres. De ce fait, le mobilier historique d'origine était exposé à des taux d'humidité élevés qui fluctuaient fortement. En février 2017, un système de ventilation innovant a été installé pour résoudre ce problème.

L'objectif du projet de recherche était d'examiner comment le mobilier historique répond à la situation climatique passée et actuelle. Une méthode permettant d'étudier la réaction de diverses surfaces aux modifications du microclimat générées par le système de ventilation a été mise au point grâce à un système de surveillance à vues multiples (SVM). Il s'agit d'une combinaison de trois méthodes optiques non destructives différentes : le scan de lumière structurée, la microscopie 3D et la photographie accélérée qui ont été appliqués aux surfaces de différents objets. La surveillance a été effectuée en cycles quotidiens et saisonniers.

## Mots clés

Microclimat, surveillance, mobilier historique, système de ventilation, conservation préventive, scan de lumière structurée, microscope 3D, chronophotographie.

### Dr. Kristina Holl

Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen (BSV)  
kristina.holl@mytum.de

### Max Rahrig

Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien – KDWT, Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
max.rahrig@uni-bamberg.de

### Dr. Katrin Janis

Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, Schloß Nymphenburg  
Katrin.janis@bsv.bayern.de

## Les conditions de conservation et climatiques antérieures au château de Linderhof

Le château de Linderhof a été fait construire au XIX<sup>e</sup> siècle (1870-1874) par le roi Louis II de Bavière. Il est situé au cœur des contreforts bavarais des Alpes (environ 950 mètres d'altitude), attirant, depuis plus de 125 ans, des centaines de milliers visiteurs chaque année (Fig. 1), ce qui a influé de façon considérable sur le climat intérieur et a contribué à la dégradation des meubles d'origine, très vulnérables.

Depuis 2008, l'impact du climat intérieur sur l'ameublement historique a été examiné dans le cadre de deux projets de recherche en coopération étroite avec l'Institut Fraunhofer de physique de la construction (le projet national « Stabilité climatique dans les bâtiments historiques », 2008-2013, et le projet européen « Climate for culture », 2009-2014).

Il existe deux principaux problèmes climatiques à Linderhof. Le premier



Fig. 1

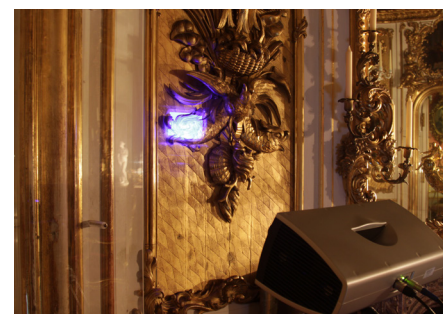
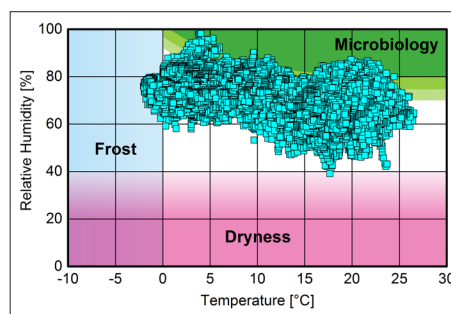
Château de Linderhof  
construit pour le roi  
Louis II de Bavière : vue  
extérieure de la façade sud.  
(© BSV)

Fig. 2

Diagramme de dispersion  
d'HR et T des données  
horaires enregistrées dans  
la chambre à coucher entre  
le 1<sup>er</sup> février 2008 et le  
1<sup>er</sup> juin 2011.  
(© Fraunhofer IBP)

Fig. 3

Examen d'un panneau  
de bois doré dans la  
salle à manger à l'aide  
d'un scanner à lumière  
structurée. (© BSV)



se produit surtout dans la partie nord du château, où l'humidité relative est beaucoup trop élevée (Fig. 2). L'analyse statistique de la température (T) et de l'humidité relative (HR) dans la chambre à coucher, mesurées toutes les heures pendant trois ans, a révélé une moyenne annuelle de 71 % HR, atteignant un niveau maximal de 96,8 % HR. Pour minimiser les risques de formation de moisissures et d'autres effets néfastes sur le mobilier ancien, tels que le gonflement des surfaces, une valeur moyenne de 60 % de HR est recommandée. Deuxièmement, les fluctuations à court terme sont extrêmes. En été, dès que le premier groupe de visiteurs entre dans le château, on ouvre les fenêtres pour contrer l'humidité de l'atmosphère. Tout au long de la journée, la T et l'HR à l'intérieur du château augmentent de manière continue mais, après l'heure de fermeture, elles diminuent à nouveau. Au cours d'une seule journée, les fluctuations peuvent dépasser 20 % d'HR [Bichlmair *et al.*, 2013].

Des évaluations sur l'état de conservation des meubles historiques ont également été menées [Holl, 2013 ; Holl, 2016]. Des dommages liés au climat, tels que des fissures dans le bois, l'écaillage des couches de dorure et de peinture ainsi que la présence de moisissures, ont été constatés, en particulier sur les meubles en bois peint et doré.

### Stratégie d'aération innovante au château de Linderhof

Un système de ventilation a été installé pour la protection à long terme du

château. Le système de contrôle est basé sur la norme européenne 15757 « Conservation des biens culturels - Spécifications pour T et HR afin de limiter les dommages mécaniques induits par le climat dans les matériaux organiques hygroscopiques » [DIN EN 15757, 2010-2012]. Sur la base de cette norme, l'Institut Fraunhofer de physique de la construction a élaboré le cahier des charges du climat intérieur du château [Bichlmair *et al.*, 2013]. Le but du cahier des charges était double : premièrement, la HR dans la chambre à coucher devrait être réduite au même niveau que les pièces adjacentes (la HR dans la salle des miroirs adjacente était en moyenne de 62 % de HR sur trois ans). Un niveau d'HR de 62 % a été spécifié, permettant des fluctuations de  $\pm 6$  % en moyenne par mois. Le deuxième objectif était de limiter les fluctuations à court terme afin que la plupart du temps une fluctuation mensuelle moyenne de  $\pm 8$  % HR ne soit pas dépassée. La T doit suivre le cycle saisonnier avec peu d'interférences. La limite supérieure est de 20 °C et, à basses températures, la différence entre la T intérieure et celle de l'air fourni par le système de ventilation ne doit pas dépasser 6 Kelvin. Cependant, l'objectif principal est de contrôler l'humidité relative, pas la T, et le critère clé du contrôle de l'entrée d'air ne doit pas dépasser 40 % d'humidité relative. Le débit volumétrique est réglable par un convertisseur de fréquence et peut varier en fonction du nombre de visiteurs [Bichlmair *et al.*, 2013]. En plus de l'installation du système de ventilation, un projet de recherche a été mené pour mener une évaluation scientifique et de conservation du système. Le projet « Wissenschaftliche Begleitung einer Maßnahme zum präventiven Schutz vor Umwelteinflüssen in Schloss Linderhof » a été financé par le DBU (Fondation fédérale allemande de l'environnement) de 2013 à 2018.

### **Développement d'une méthode à vues multiples pour surveiller les changements de microclimat sur des panneaux en bois**

Les fluctuations climatiques peuvent avoir un impact différent sur les œuvres d'art en fonction de la propriété du matériau et de l'épaisseur. Une œuvre d'art telle qu'une peinture sur bois se compose généralement de différents matériaux et couches (par exemple, un apprêt, plusieurs couches de couleur, une couche de finition) et chacun réagit différemment pour ce qui concerne le gonflement et le retrait. Le comportement divergent de chaque couche peut causer des contraintes à l'intérieur du matériau composite. Les fluctuations à court terme et à long terme ont un impact sur les œuvres d'art : les fluctuations à court terme, qui se produisent approximativement tous les jours, affectent davantage la surface, en particulier lorsque des dommages sont déjà présents. Les fluctuations qui se produisent sur une période plus longue affecteront également les couches intérieures et le support. Par conséquent, en fonction de la fréquence et de l'amplitude, les fluctuations climatiques peuvent causer divers dommages, tels que la déformation ou la fissuration du support ou le relâchement de la surface. Ainsi, il est complexe de savoir quelles fluctuations climatiques sont réellement dommageables pour les collections.



*Fig. 4*

À gauche, images accélérées avec un appareil photo SLR dans la salle des tapisseries orientales.

À droite, microscopie 3D des peintures murales dans la salle de bains. (© BSV)

*Fig. 5*

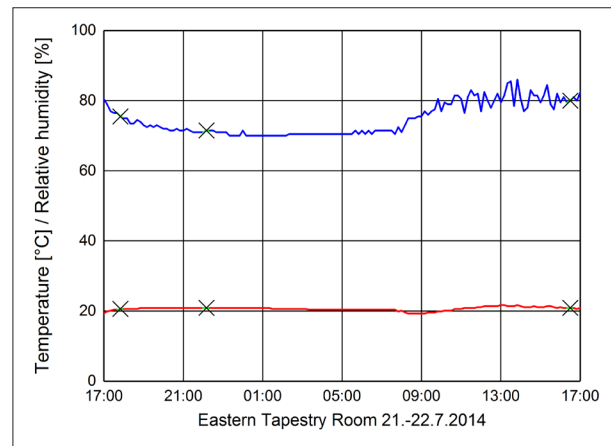
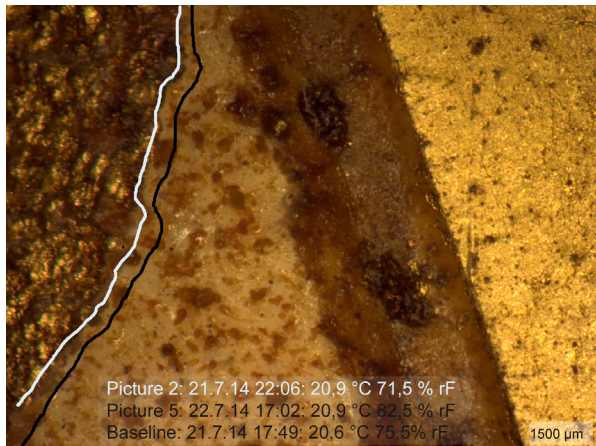
À gauche, visualisation du mouvement induit par le climat en faisant correspondre les images individuelles et en marquant les contours de la couche de dorure (© BSV).

À droite, T et HR pendant la mesure (21-22 juillet 2014) avec le microscope 3D (marqué avec des croix noires).

Selon Michalski, le stress le plus important des objets est causé par des fluctuations qui durent plus longtemps que le temps de réponse mais sont plus courtes que le temps de relaxation [Michalski, 1993 ; Michalski, 1996]. Cependant, en dehors d'un environnement de laboratoire, les temps de réponse et de relaxation de différents objets ne peuvent être qu'estimés.

Pour ce qui est du cas du château de Linderhof, il était clair au début du projet de recherche qu'à cause du système de ventilation, le schéma des fluctuations atmosphériques et les valeurs moyennes du climat intérieur auraient changé. Par conséquent, afin de juger l'effet du nouveau système, il était nécessaire de documenter la réaction du mobilier historique aux changements de climat. Les dommages causés par le climat ne sont pas faciles à documenter car ils ne se produisent généralement que sur de longues périodes. C'est pourquoi une technique de surveillance à vues multiples (SVM) a été mise au point. L'idée était de combiner trois méthodes d'essais non destructifs (END) à une surveillance climatique détaillée afin d'étudier les effets des fluctuations climatiques à court et à long termes.

Pour évaluer les changements causés par le nouveau climat, il était nécessaire de documenter à l'avance les changements saisonniers réguliers





Analyse du climat	Examen	Méthode
Fluctuations à court terme (quotidiennes – plusieurs jours)	Examen des surfaces déjà endommagées en ce qui concerne le mouvement (gonflement / rétrécissement)	Photographie SLR Microscopie 3D Recherche sur les surfaces sélectionnées
	Comparaison du détail d'une surface historique	Scanner de lumière structurée méthode « 1 shot »
Fluctuations saisonnières	Comparaison du détail d'une surface historique	Scanner de lumière structurée Recherche sur les surfaces sélectionnées

du mobilier historique. Cela a été réalisé avec un scanner à lumière structurée (SLS) (Fig. 3). Pour examiner les effets des fluctuations à court terme sur des surfaces déjà endommagées, nous avons choisi des zones telles que des parties desserrées d'un panneau de bois doré. L'étude de ces surfaces a permis de définir des plages acceptables pour les fluctuations à court terme. Pour cela, un microscope 3D et la photographie SLR ont été utilisés (Fig. 4). Le scanner de lumière structurée a également été utilisé pour examiner les effets des fluctuations à court terme à l'aide de la « méthode 1 shot ». Tous les examens ont été effectués à différentes saisons et sur plusieurs jours (Tab. 1).

*Tab. 1*  
Description des différentes méthodes utilisées pour examiner les réactions du mobilier historique à différentes périodes. Les surfaces sélectionnées ont été examinées avant et après la mise en place du système de ventilation.

### Scans de lumière structurée (SLS)

Le SLS est une combinaison de la technologie de triangulation optique (mesure de distance optique par mesure angulaire à l'intérieur de triangles) et d'interférométrie (interaction des ondes). Le gros avantage de cette méthode optique est l'enregistrement rapide de surfaces à haute résolution. Le scanner à lumière structurée COMET L3D 5M de Steinbichler (maintenant Carl Zeiss Optotechnik) a été utilisé pour les mesures au château de Linderhof (Fig. 3). Avec cette méthode, il est possible de numériser des zones de différentes tailles en changeant les objectifs. À l'aide de l'objectif de 250 mm, vous pouvez examiner une zone de 260 x 215 x 140 mm, tandis que pour l'objectif de 75 mm, cette zone correspond à 74 x 62 x 45 mm. La distance entre deux points mesurés dépend également de l'objectif : plus la section de l'image est petite, plus la résolution est élevée (objectif 250 mm : distance 100 µm, objectif 75 mm : 30 µm). À l'aide du logiciel Comet Plus 9.63, plusieurs scans sont combinés dans un seul fichier de données. Les scans ont été effectués en rangées avec un chevauchement vertical et horizontal de plus de 50 % entre chaque scan. Ces données redondantes réduisaient les erreurs de correspondance entre les scans individuels et garantissaient une précision géométrique supérieure pour chaque zone de surveillance [Drewello *et al.*, 2011].

Pour examiner les données SLS, deux scans de la même surface sont comparés à l'aide du logiciel Inspect Plus®. Après une orientation manuelle



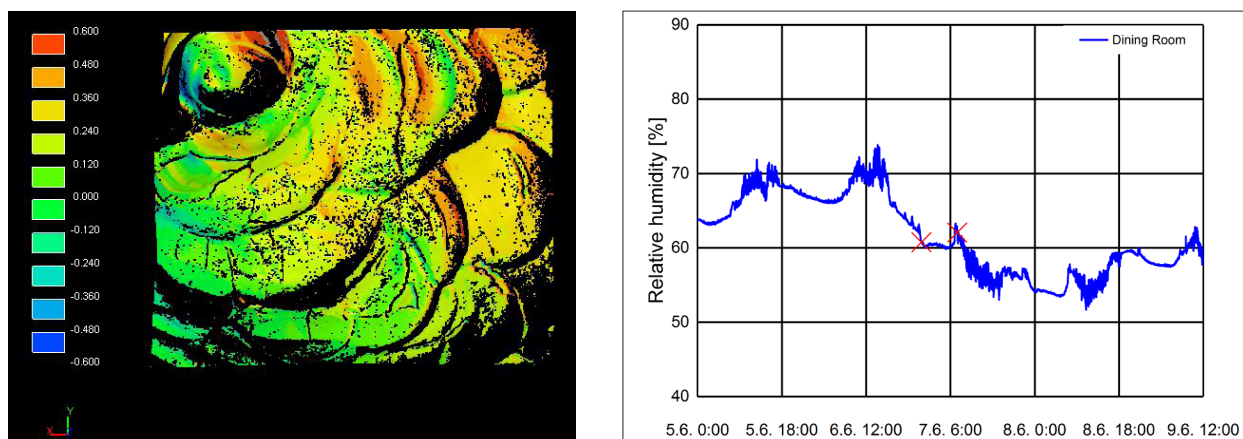


Fig. 6

À gauche, mesure 1 shot (7 juin 2017) montre les mouvements jusqu'à 1 mm (avec le système de ventilation).  
À droite, HR durant toute la semaine de mesure. Le temps de l'étude avec la méthode 1 shot du SLS - (7 juin 2016) est indiqué par des croix rouges.

à l'aide de points de référence, le logiciel enregistre les numérations entre elles et calcule une « orientation optimale » (en spécifiant une erreur comprise entre 0,05 et 0,1 mm). Ensuite, une comparaison des surfaces peut être effectuée. Afin de démontrer l'écart entre les deux scans, le logiciel crée une image codée avec des couleurs illustrant l'écart. L'échelle de l'illustration en fausses couleurs est sélectionnée manuellement. Dans ce cas, une zone vert foncé signifie qu'il n'y a aucun changement ; les zones de couleur vont du vert clair (minimum) au rouge (maximum) elles indiquent qu'un gonflement avant a eu lieu, tandis que les couleurs allant du turquoise au bleu foncé indiquent un gonflement inversé (Fig. 6).

La méthode « 1 shot » vise à minimiser les erreurs pouvant survenir lors du traitement des données. Deux scans de la même zone sont effectués à des moments différents (le dernier scan du soir et le scan du matin) sans déplacer l'appareil de mesure. Il est ainsi possible d'obtenir une mesure quantitative à haute résolution du mouvement de la surface en raison des fluctuations climatiques à court terme sans avoir à orienter manuellement les scans via des points de référence (Fig. 7).

### Microscopie 3D et chronophotographie

Pour examiner les fluctuations à court terme, un appareil photo reflex (SLR) à objectif unique et un microscope 3D ont été installés devant la zone concernée, centrés sur les dommages et laissés pendant toute la durée de la campagne de mesures (Fig. 5). L'appareil photo et le microscope ont été programmés pour prendre une photo toutes les 20 minutes. Ainsi, l'impact des fluctuations à court terme pourrait être examiné aux niveaux micro et macroscopique.

Malheureusement, l'analyse de la quantification du mouvement avec le microscope 3D n'a pas fonctionné sur place, le moteur utilisé pour se focaliser sur l'objet provoquait trop de vibrations. Par conséquent, pour les deux méthodes, une comparaison optique a été effectuée en superposant des images uniques à l'aide du logiciel graphique Adobe Photoshop®. Le changement dû à la réponse mécanique est rendu visible en traçant le contour de la surface écaillée (Fig. 5, à gauche).

## Résultats

Puisque tous les mouvements enregistrés étaient causés par des fluctuations climatiques, il était nécessaire de corréler les résultats de tous les systèmes déployés avec les données climatiques correspondantes. Pour cette raison, un enregistrement détaillé des données climatiques proches des zones observées a été réalisé pendant la durée du projet.

### *Réponse du mobilier historique aux fluctuations à court terme*

Dans la période qui a précédé la mise en place du système de ventilation, les surfaces présentant des dommages existants (relâchement de la surface ou craquelures) ont été examinées au microscope 3D et avec la photographie SLR sur des périodes de plusieurs jours au cours de différentes saisons. Comme supposé initialement, le mouvement des pièces détachées dépendait des variations des niveaux d'humidité. Durant les mois d'été, par exemple, où les fluctuations journalières d'HR pouvaient parfois dépasser 15 %, les équipements montraient un mouvement plus fort qu'en hiver, lorsque le climat de la pièce était plus stable. La Fig. 5 (à droite), montre un graphique de la T et de la HR à côté de la surface examinée par microscopie 3D. Les croix noires marquent le climat pertinent au moment de l'examen. L'évaluation de l'examen au microscope 3D est présentée pour la période du 21 au 22 juillet 2014. Le diagramme climatique indique les moments les plus intéressants à utiliser pour l'examen graphique. La méthode décrite ici a également été utilisée pour évaluer les données prises par l'appareil photo SLR.

Les enquêtes ont montré que les parties déjà desserrées produisaient des mouvements macroscopiquement visibles causés par un gonflement/rétrécissement dû à une fluctuation quotidienne de 10 % de HR. Il a également été constaté que les fluctuations à court terme n'affectent pas la surface immédiatement, mais se produisent après un court délai, par exemple pendant la nuit.

Par rapport aux résultats obtenus avec le microscope 3D, les parties desserrées de la surface sont vues moins clairement avec l'appareil photo SLR en raison du grossissement réduit. Cependant, une réponse mécanique est



*Fig. 7*  
Illustration combinée de la photographie et de l'évaluation du scanner à lumière structurée (mars-octobre 2015). Les lignes rouges marquent les articulations.

*Fig. 8*  
À gauche, comparaison mars-juillet 2015. Un décalage du panneau est visible (bleu : mouvement vers l'arrière, jaune/rouge : mouvement vers l'avant). À droite, comparaison juillet-octobre 2015. Le contre-mouvement, bien que moins distinctif, est visible. Les deux mesures ont été réalisées avec un objectif 250 mm. Sur les deux figures, un mouvement d'environ  $\pm 0,25$  mm est visible.

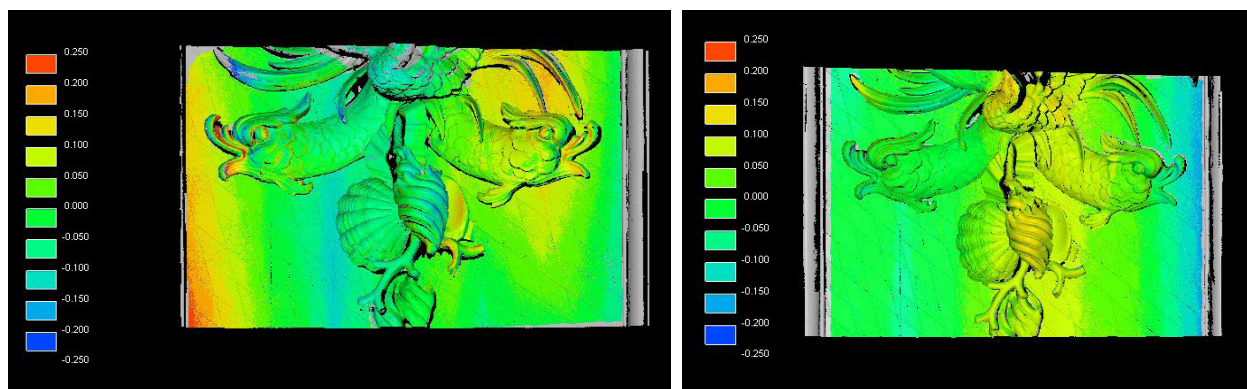
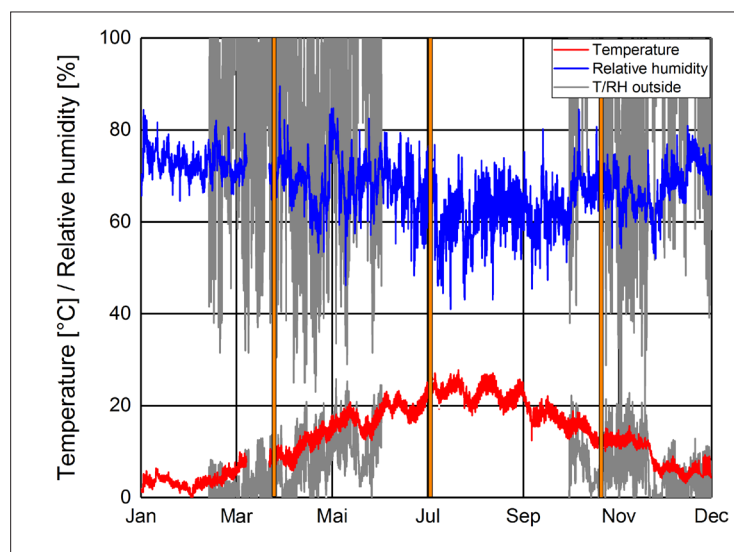


Fig. 9

Diagramme linéaire de HR et T dans la salle à manger (bleu et rouge) par rapport au climat extérieur (gris) pour l'année 2015. Les parties en orange indiquent les heures auxquelles les campagnes de mesure ont été menées.

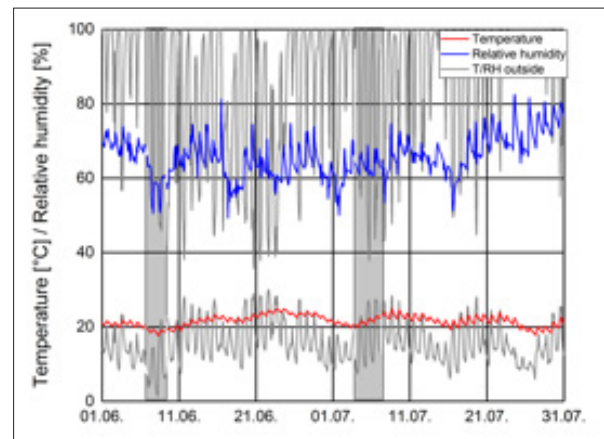
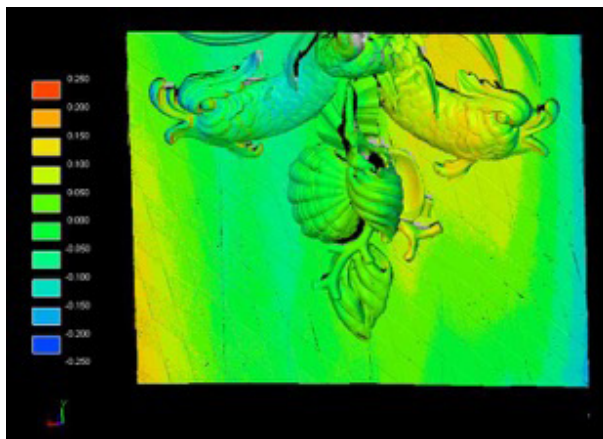


toujours visible. Ainsi, un examen avec un appareil photo SLR est suffisant pour évaluer quelles fluctuations à court terme sont acceptables.

En ce qui concerne l'évaluation de la réaction du mobilier historique au changement du climat intérieur, les résultats des méthodes « 1 shot » ont été particulièrement instructifs (Fig. 6, à gauche). Le diagramme climatique (Fig. 6, à droite) montre que l'HR était très constante pendant la période où les mesures ont été effectuées (croix rouges,  $\Delta 2,9$  % HR) mais comme il y avait des fluctuations assez importantes dans les jours qui ont précédé la documentation, il est clair que les changements dans le mobilier historique enregistrés par les mesures à une prise sont causés par ces changements climatiques antérieurs. De plus, la mise en service du système a lancé un processus de déshumidification à long terme du mobilier, qui pourrait également être visible ici. Une enquête sur un cycle mensuel pourrait donner une meilleure réponse ici.

#### *Réponse de l'ameublement historique aux fluctuations saisonnières*

L'exemple décrit dans cet article est un panneau en bois sculpté et doré dédié à l'art de la pêche situé dans la salle à manger. Des éclats et des pertes de dorure ont été trouvés sur le panneau, en particulier sur la tête de poisson à gauche (Fig. 3). Les joints ont été partiellement réparés, ce qui indique des réactions mécaniques importantes dans le matériau composite (Fig. 7). Avant l'installation du système de ventilation, le mouvement le plus important et le plus fréquent du panneau a eu lieu entre le printemps et l'automne 2015 (Fig. 8, à gauche). Pendant cette période, plusieurs parties du panneau ont réagi différemment. De mars à juillet, la partie gauche de la surface a gondolé vers l'avant, tandis que de juillet à octobre, la partie droite s'est déformée vers l'arrière (Fig. 8, à droite). Les modifications de T et de RH au cours de 2015, ainsi que les heures de collecte des données (indiquées en orange), sont détaillées à la Fig. 9.



Après la mise en place du système de ventilation, deux campagnes de mesure ont été menées en juin et juillet 2016. Les résultats sont présentés à la Fig. 10. La surface observée présente un mouvement de  $\pm 0,2$  mm, comparable aux mesures précédentes. Nous pouvons constater que le climat créé par le système de ventilation n'a jusqu'à présent pas accru les mouvements dans le mobilier historique. Cependant, les observations doivent être effectuées sur une période plus longue avant que nous puissions faire une déclaration fiable.

En conclusion, les panneaux examinés montrent une réponse mécanique claire aux changements saisonniers de l'environnement. Selon la position des objets dans le château, la réponse a été la plus prononcée entre le printemps et l'été ou le printemps et l'automne. Le contre-mouvement, qui est en corrélation avec les changements saisonniers du climat, était perceptible entre l'été et l'automne. La réponse mécanique au printemps (Fig. 8, à gauche) et en automne (Fig. 8, à droite) était clairement différente. Cela peut être expliqué en prenant pour exemple l'amplitude de deux ondes sinusoïdales : en fonction du déphasage, l'onde s'intensifie ou diminue. Dans notre cas, la réponse mécanique dépend des conditions climatiques. Il convient de noter que les mesures n'enregistrent qu'un seul instant de la condition environnementale totale. Il n'est donc pas surprenant que la réponse mécanique maximale diffère en fonction de l'emplacement et de l'équilibre de la teneur en humidité des panneaux individuels. L'augmentation des intervalles de mesure (mensuels, par exemple) fournit des informations plus détaillées sur le mouvement et les modifications dimensionnelles des panneaux. La Fig. 10 montre la réaction de la surface au « nouveau climat » créé par le système de ventilation. Le mobilier historique réagit à la diminution de HR moyenne mais le mouvement ne dépasse pas le mouvement précédent de  $\pm 0,2$  mm mesuré en juin-juillet 2017.

Fig. 10

À gauche, la comparaison juin-juillet 2017, réalisée avec un objectif de 250 mm, montre un mouvement d'environ  $\pm 0,25$  mm. À droite, le diagramme de la T et de l'HR de la salle à manger (bleu et rouge) par rapport au climat extérieur (gris) relevées entre le 1<sup>er</sup> juin et le 31 juillet. Les parties en gris indiquent les heures auxquelles les campagnes de mesure ont été menées.

#### *Effets du système de ventilation sur le climat intérieur – première évaluation*

Comme indiqué précédemment, le climat intérieur du château de Linderhof est affecté par de fortes fluctuations quotidiennes. Celles-ci surviennent surtout pendant les mois d'été en raison du nombre élevé de



visiteurs, source supplémentaire de T et d'humidité. Cela oblige le personnel à ouvrir les fenêtres pour avoir plus d'air frais.

En mettant en œuvre le système de ventilation, le climat ambiant est progressivement déshumidifié, car un changement rapide du climat général pourrait stresser et endommager les surfaces historiques. Par conséquent, la HR sera réduite par petites étapes sur plusieurs années. Pour l'instant, la valeur est d'environ 67 % HR. Dans les prochaines années, elle sera réduite à la valeur cible de 62 % HR.

D'autres campagnes de surveillance montreront comment le système de ventilation réduit les fluctuations à court terme, en particulier pendant les mois d'été.

### **Conclusion et perspectives**

La comparaison des premières mesures *in situ* montre le grand potentiel de la SVM pour répondre aux questions de conservation préventive. En utilisant cette combinaison de techniques, les forces et les faiblesses des technologies individuelles peuvent être exploitées de manière optimale. Grâce au SLS, les données de mesure tridimensionnelles des surfaces historiques sont disponibles avec une résolution extrêmement élevée. Ici, même les plus petits mouvements des surfaces peuvent être enregistrés et visualisés, ce qui permet de comparer les campagnes de mesure avec une précision au sous-millimètre sur une longue période. Cependant, au cours de chaque campagne – à l'exception des « mesures 1 shot » –, les zones de test ne pouvaient être documentées qu'une fois par champ de mesure (250 mm et 75 mm).

Le microscope 3D convient parfaitement à la détection des mouvements quotidiens et permet un enregistrement et une visualisation semi-automatiques. La configuration relativement complexe de la technique ne permet toutefois que l'enregistrement d'une ou de deux zones d'échantillonnage au maximum par campagne. Une autre restriction est que seules les données acquises au cours d'une campagne peuvent être comparées directement, car la position de la caméra et l'angle de vision ne doivent pas être modifiés entre les mesures. Ici, la technique de corrélation d'images numériques pourrait améliorer l'évaluation des données.

La photographie SLR représente la troisième colonne du SVM. Ici, une configuration très simple peut être utilisée pour enregistrer automatiquement des séries de photos des surfaces de test, et la visualisation des résultats est également simple. Cela permet de bien documenter les mouvements à court terme. Cependant, seules des photos sont prises et, comme dans le cas du microscope 3D, seules les images d'une même campagne peuvent être comparées directement.

Étant donné que pour toutes les techniques, la durée d'enregistrement des données est documentée à la seconde, les résultats peuvent être liés directement les uns aux autres et également corrélés aux mesures climatiques. Cela permet de différencier les effets des fluctuations

climatiques quotidiennes à court terme des mouvements à long terme, afin de poursuivre les investigations.

Montrer le mouvement dû aux changements de T et d'HR est une étape importante en considérant le potentiel de dommages causés par les fluctuations du climat. Toutefois, pour distinguer les mouvements périodiques des dommages réels, des investigations supplémentaires sont nécessaires. L'analyse de la distribution de la T et de l'HR dans une œuvre d'art via une simulation hygrothermique aidera à évaluer les résultats optiques.

### Références bibliographiques

- BICHLMAIR S., HOLL K., KILIAN R., 2012. « The moving fluctuation range – a new analytical method for evaluation of climate fluctuations in historic buildings ». In : *Climate for Collections. Klima und Kulturgut – Wissen und Unwissen*, 9-11 novembre 2012, Munich. Londres : 2013, p. 429-440.
- BICHLMAIR S., KILIAN R., KRUS M., 2013. « Concept of a new airing strategy and simulation of the expected indoor climate in Linderhof Palace ». In : *Clima 2013*, 16-19 juin 2013, Prague. Prague : p. 2879-2889.
- DIN EN 15757, 2010-2012. *Conservation of Cultural Property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*.
- DREWELLO R., WETTER N., RAHRIG M., BELLENDORF P., 2011. « 3D-Dokumentation mittelalterlicher Glasmalerei mit der Methode der 3D-Weißlicht-Streifenprojektion », in BORNSCHEIN F. et al., *Konservierung mittelalterlicher Glasmalerei im Kontext spezieller materieller und umweltbedingter Gegebenheiten*. Stuttgart, p. 142-154.
- HOLL K., 2013. « Comparison of the indoor climate analysis according to current climate guidelines with the conservational investigation using the example of Linderhof Palace ». In : *Climate for Collections. Klima und Kulturgut – Wissen und Unwissen*, 9-11 novembre 2012, Munich. Londres, p. 289-300.
- HOLL K., BICHLMAIR S., JANIS K., NAUMOVIĆ T., KILIAN R., 2015. « Konservierungswissenschaftliche Begleitung der Inbetriebnahme einer innovativen Lüftungsanlage in Schloss Linderhof ». *Bausubstanz* 4, p. 40-47.
- HOLL K., 2016. *Der Einfluss von Klimaschwankungen auf Kunstwerke im historischen Kontext. Untersuchungen des Schadensrisikos anhand von restauratorischer Zustandsbewertung, Laborversuchen und Simulation*, Dissertation, Munich.
- MICHALSKI S., 1993. « Relative humidity: a discussion of correct/incorrect values ». In 10th Triennial Meeting, Washington, DC, USA, 22-27 August 1993, Paris, 1993, p. 624-629.
- MICHALSKI S., 1996. « Quantified risk reduction in the humidity dilemma ». *APT Bulletin*, 27 (3), Museums in historic buildings, p. 25-29.

# La surveillance d'émission acoustique des meubles baroques comme outil de diagnostic pour l'introduction d'une veille climatique dans une demeure historique

## Résumé

La demeure de Knole, dans le Kent, en Angleterre, abrite une collection de meubles parmi les plus importantes au niveau international, allant de la fin du <sup>xvii</sup><sup>e</sup> au début du <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle, ainsi que des intérieurs du début du <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècle tout aussi remarquables. De nombreux objets sont restés exposés dans les mêmes pièces pendant trois cents ans et donc soumis au climat naturellement humide d'un bâtiment non chauffé. Actuellement un chauffage de conservation est en cours d'installation dans le but de réduire l'humidité relative et d'offrir un environnement plus sain aux collections. Afin d'éviter le dessèchement ou la dessiccation pendant la transition vers cet environnement plus sec, une surveillance des émissions acoustiques (EA) est utilisée pour évaluer la réponse environnementale des meubles peints et dorés lorsque l'humidité relative est abaissée. La surveillance des EA des pièces de mobilier baroque a montré que leur réponse était très faible dans l'environnement existant à HR élevée avec de faibles augmentations de la réponse lorsque le contrôle de l'environnement a été introduit.

## Mots clés

Baroque, mobilier, humidité relative, chauffage de conservation, émission acoustique.

**K**nole, dans le Kent, en Angleterre, est l'une des plus grandes et plus importantes demeures historiques de propriété du National Trust (Fig. 1). Il s'y trouve une collection de mobilier royal Stuart de la fin du <sup>xvii</sup><sup>e</sup>-début <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle de renommée internationale, qui fut acquise par la famille Sackville, grâce à ses relations avec la royauté et la diplomatie. Ancien palais archiépiscopal construit par Thomas Bourchier, archevêque de Canterbury (1454-1486), Knole fut donné à Henri VIII en 1538. En 1570, la Couronne le revendit à Sir Thomas Sackville (1536-1608) qui remodela les intérieurs selon les goûts de la Renaissance nordique entre 1605 et 1608, peu de temps après avoir été élevé à la pairie par James I<sup>er</sup> en 1604 en tant que 1<sup>er</sup> comte de Dorset.

Le 6<sup>e</sup> comte, Charles Sackville, obtint le mobilier royal Stuart comme « gratification » pour son rôle de Lord Chamberlain auprès de Guillaume d'Orange et Marie Stuart, et l'installa à Knole en 1701 pour remplacer le mobilier du 1<sup>er</sup> comte qui avait été saisi et vendu par le Commonwealth en guise de rétribution pour le soutien du 4<sup>e</sup> comte, Charles Sackville (1591-1652), au roi Charles I<sup>er</sup>.

## Nigel Blades

National Trust pour l'Angleterre, le Pays de Galles et l'Irlande du Nord, Royaume-Uni  
nigel.blades@nationaltrust.org.uk

## Katy Lithgow

Ancien directeur responsable de la conservation, National Trust for England, Wales and Northern Ireland, Royaume-Uni  
katy@perry-lithgow.co.uk

## Martha Infray

National Trust pour l'Angleterre, le Pays de Galles et l'Irlande du Nord, Royaume-Uni  
Martha.Infray@nationaltrust.org.uk

## Lisa O'Hagan

National Trust pour l'Angleterre, le Pays de Galles et l'Irlande du Nord, Royaume-Uni  
Lisa.OHagan@nationaltrust.org.uk

## Marcin Strojceki

Institut Jerzy Haber de catalyse et de chimie de surface, Académie Polonaise des Sciences, Pologne  
ncstroje@cyf-kr.edu.pl



Fig. 1

La façade ouest de la demeure Knole.

(© National Trust Images / Robert Morris)



Les charmes de ce mobilier ancien ont attiré de nombreux visiteurs à Knole dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. En 1874, Reginald Mortimer, 1<sup>er</sup> Lord Sackville, découvrit ce qu'impliquait que des milliers de visiteurs visitent la demeure : « [...] les gens s'aventuraient hors des parties autorisées, pénétraient dans nos chambres, déchiraient les franges des chaises et des divans et faisaient toutes sortes de choses. Je me suis senti obligé de fermer le lieu » [Sackville-West, 2010]. Bien que les visites aient repris à sa mort en 1888, quoique à un moindre niveau, et que les collections aient été réparées, souvent en recyclant des textiles autochtones, en raison du coût énorme de l'entretien et de l'augmentation des impôts au XX<sup>e</sup> siècle, en 1946 la demeure vendue au National Trust et son contenu tint guise d'impôts.

Bien que dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, des travaux de conservation-restauration sur des pièces particulièrement importantes, comme la chambre à coucher du roi, et la réparation d'autres objets aient été entrepris, actuellement le bâtiment et sa collection internationale sont en rapide déclin – de nombreuses fuites au niveau des murs et du toit ainsi que l'absence de contrôle environnemental dans les salles d'exposition historiques ont rendu le bâtiment et son contenu instables et en mauvais état. Des dommages physiques et esthétiques ont été causés par des insectes nuisibles tels que des larves d'*anobium punctatum* (xylophage), la formation de moisissures et la cémentation de la poussière en « boue » en raison de la formation de calcite et d'exo-polymères collants produits par des bactéries en milieu humide [Brimblecombe *et al.*, 2009 ; Tarnowski *et al.*, 2004].

Bien que la conservation curative soit indispensable, les contraintes de temps, d'argent et la nécessité d'élaborer une approche de conservation sur mesure pour prolonger la vie de collections aussi importantes et surtout fragiles limitent la rapidité avec laquelle de tels travaux peuvent être réalisés.

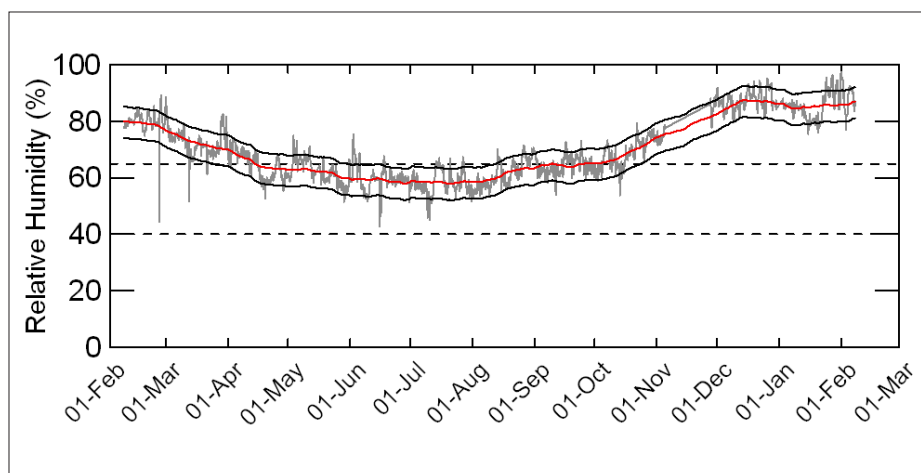


Fig. 2

Le taux de HR dans la Chambre à coucher étoilée de Knole, 2015-2016. La HR mesurée est affichée en gris avec la moyenne mobile sur 30 jours en rouge. Les lignes noires continues indiquent 7 % et 93 %, représentant la plage de variation d'HR définie par la norme EN15757. Les lignes en pointillés définissent la bande de surveillance d'HR 40-65 % du National Trust.

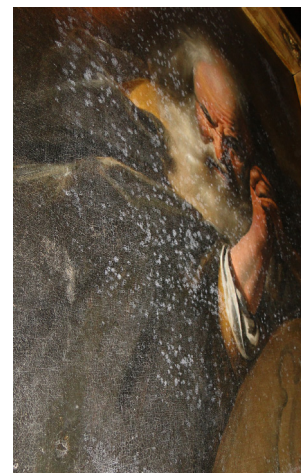
Le National Trust a pour objectif de présenter les collections dans un état « original », dans la mesure du possible sans vitrines, afin de conserver l'ambiance évocatrice du lieu. Par conséquent, l'approche de la conservation des collections a privilégié la conservation préventive et une intervention minimale jusqu'au financement du projet majeur « *Inspired by Knole* » qui a débuté en 2012 et s'est achevé en mars 2019 [Barratt, 2012]. Il s'agit du projet le plus complexe entrepris par le National Trust et l'un de ses projets les plus coûteux, d'un montant de presque 20 millions de livres, financé en partie par le Heritage Lottery Fund. Bien que l'ampleur du travail soit vaste, allant de l'amélioration des installations à l'usage des visiteurs à l'introduction d'un nouveau sous-réseau électrique et à l'ouverture de nouvelles zones au public, la conservation a toujours été au cœur du projet. Un exemple manifeste est la construction d'un Atelier de conservation-restauration au sein de la grange médiévale restaurée de Tythe, où des conservateurs-restaurateurs effectuent des traitements légers en public pour l'intérêt des visiteurs, afin d'améliorer délicatement l'apparence de la collection et de stabiliser son état, tandis que des travaux plus complexes sont confiés à des conservateurs-restaurateurs indépendants disposant d'équipements plus complexes. Dans les salles d'exposition, la conservation préventive est renforcée grâce à la mise en place d'une régulation des conditions climatiques par le biais du chauffage, d'un meilleur contrôle de la lumière et de l'utilisation de couvertures pour protéger les textiles vulnérables.

### L'environnement

Knole se distingue des demeures du National Trust par le fait que, depuis le début du XVIII<sup>e</sup> siècle, la plupart des salles d'exposition ont été conçues pour exposer les meubles et les peintures les plus importants plutôt que ceux à usage quotidien ou domestique. Ces salles sont restées en grande partie inchangées pendant trois cents ans, avec des collections exposées et soumises à un climat naturellement humide, les salles d'exposition n'ayant généralement pas été chauffées pendant cette période et jusqu'à l'ère moderne.

Fig. 3

À gauche, excréments larvaires d'*anobium punctatum* affleurant sur un pied de table de mobilier baroque de Knole.  
À droite, développement de moisissure sur la surface d'une peinture.  
(© National Trust)



Ainsi, les collections se sont acclimatées à un environnement à humidité relative (HR) élevée où l'humidité relative annuelle varie généralement de 55 à 90 % avec une moyenne annuelle d'environ 70 %. Les recherches menées au cours des deux dernières décennies ont grandement amélioré notre compréhension de la réponse climatique des matériaux hygroscopiques et il n'est pas toujours évident que suivre l'HR des musées standard, tel que  $55 \pm 5$  %, constitue la bonne approche pour prendre en charge une telle collection. La pensée moderne en matière de conservation préventive tient beaucoup plus compte du climat historique des objets et le concept d'acclimatation à long terme est au cœur de la norme européenne EN15757 *Spécifications relatives à la température et à l'humidité relative pour limiter les dommages mécaniques dus au climat dans les matériaux hygroscopiques organiques*. L'application de la méthode EN15757 pour déterminer le climat sans danger de dommages mécaniques dans les conditions de Knole, aboutit à une plage de HR en hiver de 75-90 % (Fig. 2). En effet, la collection Knole semble être stable mécaniquement dans les conditions de haute HR actuelles. Cependant, la forte humidité relative favorise les attaques d'insectes dégradant le bois, ce qui est évident sur la plupart des meubles, ainsi que le développement régulier et persistant de moisissures sur les textiles et les peintures (Fig. 3).

Notre objectif était donc d'abaisser l'HR moyenne pour éviter ces processus de dégradation biologique tout en évitant le risque de dommages mécaniques accrus par la réduction de l'HR. Au cours des vingt-cinq dernières années, le National Trust a développé le chauffage de conservation [Staniforth *et al.*, 1994 ; Bullock, 2009] comme méthode principale de contrôle et de réduction de l'HR. Lorsque le chauffage de conservation a été introduit sur d'autres lieux, un abaissement progressif des niveaux requis d'HR sur plusieurs mois et plusieurs années a été adopté pour permettre aux collections de s'acclimater. La fragilité et l'importance des meubles de Knole ont été considérées comme nécessitant une surveillance étroite du processus d'acclimatation depuis un environnement à HR élevée jusqu'à des

Types d'objets	Matériaux	Description
Ensemble Gole Table d'appoint	Chêne, probablement chaud, couches de dorure, étain et laiton	Table sculptée, dorée et argentée avec un plateau en étain incrusté de feuillages finement élaborés en laiton gravé. Aurait été fabriquée dans l'atelier de Pierre Gole (1620-84), Paris. Inv. NT 129518.
Ensemble Gole Torchère	Chêne, probablement chaud, couches de dorure	Une paire de torchères en bois doré sculpté, en forme de putti sur trépieds, représentant peut-être l'été et l'automne à partir d'une série de quatre saisons. Auraient été fabriquées dans l'atelier de Pierre Gole (1620-1684), Paris, vers 1671. Inv. NT 129520.1 / NT 129520.2.
Ensemble Jensen Table d'appoint	Pin japonais noirci et probablement hêtre	Une table de nuit japonaise dorée avec un long tiroir, plateau comprenant un gesso en relief et une bordure dorée, pieds galbés noircis, châssis partiellement dorés et pieds de chignon. L'ensemble est attribué à l'ébéniste de Guillaume III, Gerrit Jensen ; il est rapporté qu'il a fait payer le 3 <sup>ème</sup> comte de Dorset 18£ pour « une table, supports et verre du Japon » le 21 décembre 1691. Inv. NT 129554.
Ensemble Jensen Torchère	Pin japonais noirci avec montures en laiton	Une paire de torchères japonaises noires et dorées finement élaborées, à sommet octogonal avec gesso en relief et bordures dorées, sur supports à balustres avec trépieds avec volutes, décorés dans le style dit chinois. Inv. NT 129466.1 / NT 129466.2.

niveaux considérés comme réduisant le risque de moisissure et d'insectes nuisibles. La méthode choisie pour surveiller la réponse environnementale des meubles de Knole a été l'émission acoustique (EA). La surveillance a été réalisée en collaboration avec l'Institut Jerzy Haber de catalyse et de chimie de surface de l'Académie Polonaise des Sciences, qui a développé l'émission acoustique comme méthode de compréhension de la réponse mécanique des objets hygroscopiques du patrimoine culturel aux changements d'HR [Lukomski *et al.*, 2017].

Tab. 1  
Mobilier de Knole  
sélectionné pour la  
surveillance d'EA.

### Programme de surveillance des émissions acoustiques

Quatre objets de deux ensembles de meubles ont été sélectionnés pour l'étude EA, choisis pour leur importance majeure ainsi que leurs finitions décoratives fragiles : une table et une torchère de Gerrit Jensen, et une table et une torchère de Pierre Gole. Par analogie avec les études démographiques, on a émis l'hypothèse que si ces « objets cobayes » ne répondaient pas aux changements environnementaux, la majorité des collections de Knole serait alors également sûre. De plus, la technique EA exigeant que les objets soient surveillés par paires, il était donc logique de choisir deux éléments de chaque ensemble de meubles (Tab. 1).

La surveillance des émissions acoustiques utilise des petits capteurs ou microphones acoustiques fonctionnant à l'intérieur et au-dessus de la plage de fréquences audibles par l'homme, afin de détecter les événements acoustiques provoqués par les modifications mécaniques du bois. L'émission acoustique est définie comme énergie libérée par les micro-déplacements dans une structure en train de subir une déformation. L'énergie traverse le matériau sous forme d'ondes sonores ou d'ultrasons et est détectée à la



Fig. 4

Fixation du capteur d'EA à la table de l'ensemble Jensen, mars 2016.  
À gauche, papier collé à la barre de renfort de la table Jensen avec support de capteur prêt à être fixé.  
À droite, montage complet du capteur avec capteur cylindrique en acier dans son enveloppe acrylique.  
(© National Trust)



surface d'un objet grâce à un transducteur piézoélectrique qui convertit la vibration de la surface en un signal électrique. Les capteurs d'EA doivent être physiquement attachés aux objets afin de détecter correctement les sons. Une méthode de fixation réversible a été mise au point en consultation avec le conseiller spécialisé en conservation du mobilier du *Trust*, John Hartley, puis appliquée en mars 2016. Du papier japonais a d'abord été collé à la surface de l'objet en utilisant de la colle d'amidon, puis le support acrylique du capteur d'EA a été collé au papier en utilisant un adhésif Paraloid B72 (Fig. 4). Dans le cas de la table Gole, le capteur d'EA, situé entre le pied de la table et le support, a été mis en place à l'aide de *plastazote*.

L'installation expérimentale d'EA comprenait : un capteur d'EA différentiel à larges bandes à résonances multiples (*Phys. Acoust. Corp.*), un amplificateur acoustique (*EA System*), une carte d'entrée analogique à échantillonnage simultané PCI-9812 (*Adlink Technology Inc.*) et un ordinateur portable (Fig. 5). Les ensembles de données du signal d'EA ont été enregistrés avec des temps d'ouverture de 100 ms et un taux d'échantillonnage de 1 MHz, sachant que la durée d'un événement typique d'EA était de l'ordre de centaines de  $\mu$ s. L'ensemble de données brutes enregistrées pendant chaque phase de mesure ont été ensuite traitées à l'aide d'un programme informatique recherchant des événements d'EA isolés ; elles ont ensuite été extraites pour calculer les caractéristiques d'EA les plus importantes, à savoir l'amplitude, l'énergie, la durée et la distribution de fréquences. Les ordinateurs portables étaient équipés d'une connexion de données mobile 3G, permettant aux chercheurs d'interroger l'équipement EA et de télécharger les données à distance. Parallèlement à la mesure d'EA, les données T et HR pour chacun des sites de surveillance ont été collectées à l'aide du système de mesure radiotéléométrique Hanwell de Knole.

Une description détaillée de l'étalonnage en énergie absolue et du traitement des données a été présentée ailleurs [Strojecki *et al.*, 2014 ; Lukomski *et al.*, 2017]. Les données d'EA ont été analysées afin de chercher de possibles corrélations avec l'HR, indiquant une détérioration des objets induite par la variation des conditions environnementales.



*Fig. 5*  
Table de l'ensemble Gole et torchère dans la Galerie Cartoon avec équipement de surveillance d'EA. Les capteurs d'EA sont connectés à l'amplificateur (à droite), lui-même relié par l'interface PCI (à gauche) à l'ordinateur portable (au centre, derrière). Le capteur Hanwell T et le capteur d'HR sont temporairement localisés au premier plan. (© National Trust)

La première phase de mesure a examiné la réponse d'EA dans les environnements des pièces existantes de Knole, en les comparant aux variations, le cas échéant, lors du déplacement du mobilier dans différents environnements de stockage au cours du projet, avant qu'ils ne soient replacés dans les sites d'exposition. Le Tab. 2 récapitule les déplacements du mobilier et les différentes conditions environnementales rencontrées à chaque emplacement. La surveillance devait s'articuler avec le phasage du projet et les différents déplacements entre salles d'exposition et lieux de stockage au fur et à mesure de l'avancement du projet. Néanmoins, des données ont été collectées pour chaque article dans l'environnement non chauffé et non contrôlé de Knole, ce qui a permis de comparer avec l'environnement contrôlé du chauffage de conservation.

## Résultats

Les données d'émission acoustique traitées et filtrées sont présentées pour l'ensemble Jensen (Fig. 6) et l'ensemble Gole (Fig. 7). Chaque graphique montre l'énergie acoustique des événements d'EA de chaque objet après que les interférences aient été filtrées, sous forme de pointes vertes ou noires, tracées parallèlement à la température et à l'humidité relative du site de surveillance. Dans la Fig. 6, les pics d'EA apparaissent distribués de manière assez aléatoire et il existe peu d'indices de corrélation avec l'HR ou de différence entre les deux sites de surveillance.

En utilisant le même format, la Fig. 7 montre la réponse d'EA de la table de l'ensemble Gole. La réponse d'EA dans le Grand stockage était faible et aucune activité n'a été détectée durant la phase de stockage dans la Galerie Brown. Cependant, il y a une variation considérable lorsque la table est remplacée dans la Galerie Cartoon, avec des pics d'EA plus fréquents et plus prononcés. Il est fort probable que les niveaux élevés d'activité sont dus aux

Objets	Date	Emplacement / Site	Environnement
Table et torchère de l'ensemble Gole	Mars 2016 – Déc. 2016	Stockage temporaire dans le Grand Hall	Conservation chauffée avec HR de 65-70 %
	Déc. 2016 – Mars 2017	Stockage temporaire dans la Galerie Brown	Non contrôlé, non chauffé
	Mars 2017 – Juill. 2018	Galerie Cartoon	Initialement non contrôlé puis conservation chauffée avec HR de 65 %
Table et torchère de l'ensemble Jensen	Mars 2016 – Nov. 2016	Chambre étoilée	Non contrôlée, non chauffée
	Déc. 2016 – Oct. 2017 (surveillance puis arrêt pour la conservation des objets)	Stockage temporaire dans l'Atelier de Conservation-restauration	Conservation chauffée avec HR de 65 %

Tab. 2  
Emplacements des objets et conditions environnementales pendant le programme de surveillance des émissions acoustiques à Knole.

larves d'insectes présents dans le bois de la table de l'ensemble Gole – l'EA a été utilisée dans l'industrie de la construction pour détecter l'activité de larves nuisibles dans le bois [Nasswettrová *et al.*, 2016]. La torchère de l'ensemble Gole a également montré une activité d'EA importante, bien au-delà de ce que l'on pourrait attendre d'une réponse mécanique au changement d'HR. Les employés de la demeure ainsi que le conservateur de la propriété avaient déjà trouvé des indices de l'activité des insectes dans les objets de Gole et les mesures de l'EA semblaient le confirmer. Bien que ce soit une observation intéressante en elle-même, cette découverte contrecarre l'utilisation des données de la torchère pour illustrer la réponse mécanique d'un objet, car l'activité d'EA due aux xylophages masque la réponse mécanique plus faible d'HR.

Pour mieux comprendre la réponse d'EA de chaque objet dans les différents environnements, les Tab. 3 et 4 récapitulent les données de chaque phase de surveillance et traduisent la réponse d'EA par la longueur de fissure propagée dans un échantillon de bois de référence, ainsi les degrés de réponse et de dommage de l'objet peuvent être clairement visualisés.

Les réponses de la table et de la torchère de l'ensemble Jensen de la Chambre étoilée non chauffée et de l'atelier de stockage contrôlé à une HR de 65 % sont toutes deux négligeables. Fait intéressant, la réponse d'EA de la garde-robe du Musée national de Cracovie à l'environnement bien plus sec, pourtant considérée comme d'une faible valeur par les chercheurs sur la base de la longueur totale des fissures existantes [Strojecki *et al.*, 2014], est quarante fois supérieure à la plus haute réponse de l'ensemble Jensen.

La table de l'ensemble Gole a donné une réponse d'EA minime dans le Grand stockage et une réponse négligeable durant l'hiver dans la galerie Brown, mais a développé une importante activité des xylophages au printemps et à l'été 2017. La torchère de l'ensemble Gole a développé une importante activité des xylophages pendant toutes les phases de surveillance, avec la plus forte activité en été et une baisse importante en hiver.

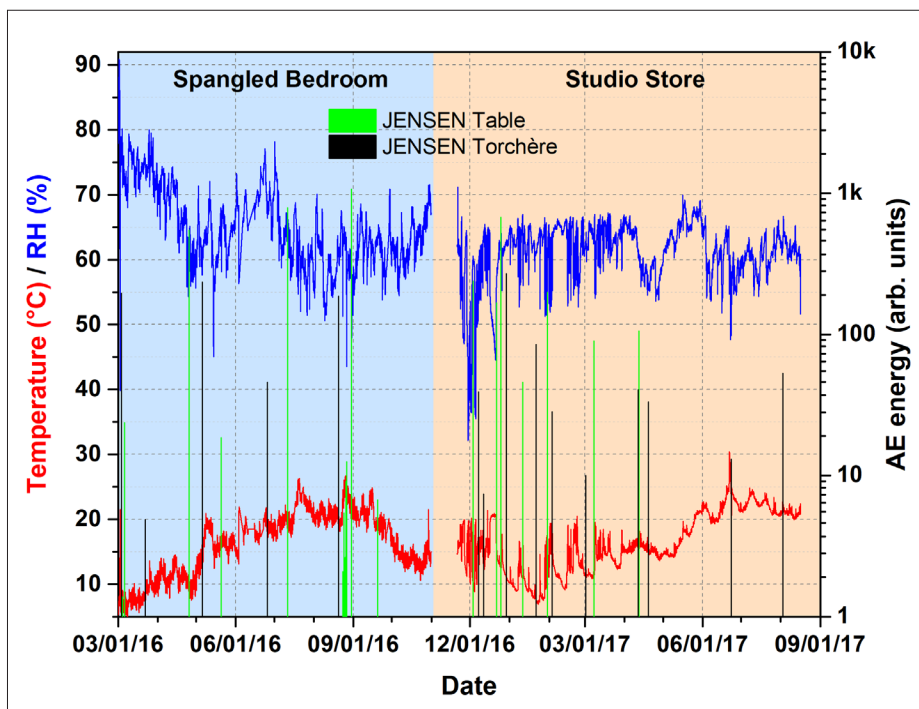


Fig. 6  
Réponse d'émission  
acoustique de la table et de  
la torchère de l'ensemble  
Jensen (pointes verticales,  
axe de droite) avec  
superposition des données  
T et HR de chaque sites de  
surveillance.

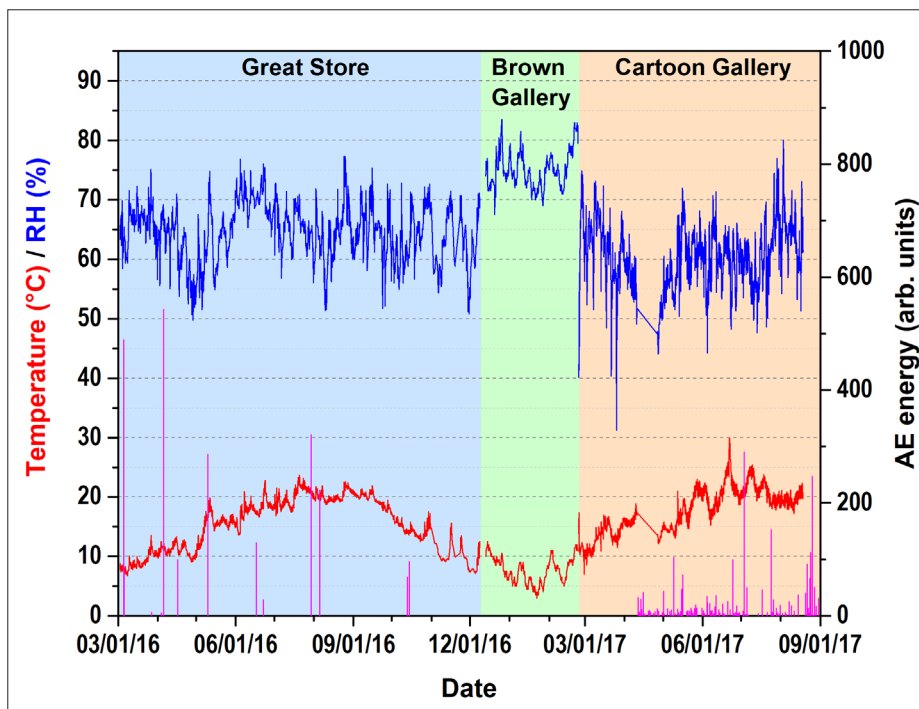


Fig. 7  
Réponse d'émission  
acoustique de la table et de  
la torchère de l'ensemble  
Gole (pointes verticales,  
axe de droite) avec  
superposition des données  
T et HR de chaque sites de  
surveillance.



Emplacement / Site	Intervalle saisonnier (moyenne mobile sur 30 jours)	Objet	Nombre d'événements d'EA	Énergie totale d'EA (unités arbitraires)	Fissure théorique propagée
Chambre Etoilée, Mars – Oct. 2016	57–74 % HR	Table	122	3,054	0.008
		Torchère	48	5,201	0.014
Atelier de stockage, Déc. 2016 – Août 2017	59–66 % HR	Table	61	1,964	0.002
		Torchère	19	580	0.001
Musée national de Cracovie	32–47 % HR	Garde-robe		350,000 par an	0.6

Emplacement / Site	Intervalle saisonnier (moyenne mobile sur 30 jours)	Objet	Nombre d'événements d'EA	Énergie totale d'EA (unités arbitraires)	Fissure théorique propagée
Grand stockage Mars – Déc. 2016	8,8- 20,5 °C 59 – 71 % HR	Table	48	3,713	0,009
		Torchère	18 045	424,697	Activité de xylophages
Galerie Brown Déc. 2016 – Mars 2017	5,6- 8,9 °C 75- 77 % HR	Table	négligeable	négligeable	négligeable
		Torchère	506	67,846	Activité de xylophages
Galerie Cartoon Mars – Août 2017	13,7- 22,3 °C 56-64 % HR	Table	367	10,543	Activité de xylophages
		Torchère	1 098	419,309	Activité de xylophages

Tab. 3

Synthèse de la réponse d'EA de l'ensemble Jensen et des conditions environnementales au cours de deux phases de surveillance différentes, avec en comparaison les meubles surveillés au Musée national de Cracovie [Strojecki *et al.*, 2014]. Pour comparer tous les résultats de surveillance, la dernière colonne présente par an la longueur théorique des fissures propagées dans le bois.

Tab. 4

Synthèse de la réponse d'EA de l'ensemble Gole et des conditions environnementales au cours de trois phases de surveillance, même structure que le Tab. 3.

## Conclusion

La surveillance d'EA a clairement indiqué que, pour les quatre objets testés, les modifications mécaniques des objets en bois provoquées par le passage de l'environnement existant de 60 à 85 % HR à Knole à un environnement contrôlé de conservation modérément chauffé pour une HR cible de 65 % étaient faibles voire négligeables. À ce jour, cela concorde avec les évaluations visuelles de l'état des objets à Knole de la première phase de transformation de la demeure, qui a été ré-entretenu et ré-ouverte aux visiteurs depuis le printemps 2017.

Il est intéressant de constater que l'activité des xylophages a pu être détectée par EA même si cela contrecarrait l'utilisation de l'EA pour comprendre la réponse mécanique de la torchère de l'ensemble de Gole. La table et les torchères de l'ensemble de Gole ont depuis été traitées en utilisant le procédé de chauffage contrôlé Thermolignum pour éliminer l'infestation par les xylophages [Beiner et Ogilvie, 2005-2006]. On continue la surveillance de ces objets pour voir si le traitement a changé leur réponse en EA et on a constaté que la réponse en EA élevée a cessé après le traitement, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle elle était due à l'activité des insectes xylophages.

Les résultats d'EA confirment que les changements climatiques initiés à Knole sont sans danger pour le mobilier et les autres collections de Knole, qu'ils offrent de meilleures conditions pour leur conservation préventive à long terme, en réduisant le risque de développement de moisissure et d'infestation par les insectes nuisibles pour le bois. En termes pratiques, l'EA est une technique de recherche qui nécessite un haut niveau d'expertise technique pour configurer l'équipement, le maintenir en bon fonctionnement et interpréter les données. Cependant, à mesure que l'émission acoustique est de plus en plus utilisée et que les protocoles de surveillance sont établis, cette méthode peut faire partie de l'arsenal préventif des techniques pour comprendre la réponse directe d'un objet plutôt que pour déduire la réponse par la mesure de l'HR.

## Références bibliographiques

- BARRATT S., 2012. « Inspired by Knole ». In : *The Artefact, their Context and their Narrative: Multidisciplinary Conservation in Historic House Museums*, The Getty Research Institute, Los Angeles, 6-9 novembre. ICOM DEMHIST / ICOM-CC.
- BEINER G. G. et OGILVIE M. A., 2005-2006. « Thermal methods of pest eradication ; their effect on museum objects ». *The Conservator* 29, p. 5-18.
- BRIMBLECOMBE P., THICKETT D., YOON Y. H., 2009. « The cementation of coarse dust to indoor surfaces ». *Journal of Cultural Heritage* 10 (3), p. 410-414.
- BS EN 15757, 2010. *Conservation of Cultural Property – Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*. Londres : British Standards Institute.
- BULLOCK L., 2009. « Environmental Control in National Trust Properties ». *Journal of Architectural Conservation*, mars, p. 83-98.
- ŁUKOMSKI M., STROJECKI M., PRETZEL B., BLADES N., BELTRAN V.L., FREEMAN A., 2017. « Acoustic emission monitoring of micro-damage in wooden art objects to assess climate management strategies ». *Insight* 59 (5), p. 256-264.
- NASSWETTROVÁ A., KŘIVÁNKOVÁ S., ŠMÍRA P., ŠTĚPÁNEK J., 2016. « Acoustic detection of wood-destroying insects ». *Wood Research*, 61 (5), p. 755-766.
- SACKVILLE-WEST R., 2010. *Inheritance : The Story of Knole and the Sackvilles*. Londres : Bloomsbury.
- STROJECKI M., ŁUKOMSKI M., KRZEMIEŃ L., SOBCZYK J., BRATASZ Ł., 2014. « Acoustic emission monitoring of an eighteenth-century wardrobe to support a strategy for indoor climate management ». *Studies in Conservation* 59 (4), p. 225-232.
- STANFORTH S., HAYES B., BULLOCK L., 1994. « Appropriate technologies for relative humidity control for museum collections housed in historic buildings », in ROY A., *Preventive Conservation Practice, Theory and Research, Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress*, 12-16 septembre 1994. Londres : International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, p. 123-128.
- TARNOWSKI A., McNAMARA C., BEARCE K., MITCHELL R., 2004. « Sticky microbes and dust on objects in historic houses ». In : *AIC: Objects Specialty Group Postprints*. Washington, DC : The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works, p. 11-28.

# L'atelier expérimental « Patrimex » au château de Fontainebleau

## Résumé

La Fondation des sciences du patrimoine assure le pilotage scientifique de l'Equipex Patrimex, projet financé dans le cadre des investissements d'avenir, qui constitue un réseau socio-technique pour la caractérisation, la conservation et la restauration du patrimoine matériel sous toutes ses formes (monuments, statues, tableaux, manuscrits, archives, instruments anciens). Il rassemble des outils d'étude utilisant les interactions ondes-matière, répartis autour de quatre pôles. Le pôle « plateforme mobile » a permis le développement et l'acquisition d'un certain nombre d'outils d'analyse au cours des années 2013 à 2016. Le projet étant arrivé à la fin d'une première phase de développement, un atelier expérimental a été mis en place du 24 au 28 avril 2017. Il a eu pour objet de faire venir sur un site, en l'occurrence le château de Fontainebleau, les différentes techniques d'analyse portables de la plate-forme mobile pour les mettre en œuvre sur un même support. Cela a permis d'établir des comparatifs entre les données produites, de montrer leur complémentarité afin de permettre aux futurs utilisateurs de mieux appréhender l'utilisation de ces outils.

### Emmanuel Poirault

Directeur général  
Fondation des sciences du  
patrimoine  
emmanuel.poirault@u-cergy.fr  
www.sciences-patrimoine.org

### Christine Andraud

Professeure  
Centre de Recherche sur la  
Conservation (CRC), Muséum  
national d'Histoire naturelle,  
CNRS, Ministère de la Culture  
christine.andraud@mnhn.fr  
www.patrimex.frministère

**L**a Fondation des sciences du patrimoine (FSP) est une fondation partenariale créée par les universités de Cergy-Pontoise et de Versailles-Saint-Quentin en Yvelines, le musée du Louvre, le château de Versailles et la Bibliothèque nationale de France.

Placée sous le haut patronage du ministère de la Culture, elle regroupe également plusieurs institutions culturelles (Archives nationales, musée du Quai Branly, Centre-Pompidou), établissements de formation (Institut national du patrimoine) ou structures de recherche (Laboratoire de recherche des monuments historiques – LRMH, Centre de recherche et de restauration des musées de France – C2RME, Centre de recherche sur la Conservation – CRC...).

La FSP a pour ambition de structurer et de financer la recherche autour du patrimoine culturel matériel, dans plusieurs domaines : la connaissance, l'amélioration des procédés de conservation et de restauration et, enfin, la diffusion et le partage des connaissances.

La Fondation assure le pilotage scientifique de l'Équipement d'excellence Patrimex, projet financé dans le cadre des investissements d'avenir, qui constitue un réseau socio-technique pour la caractérisation, la conservation et la restauration du patrimoine matériel sous toutes ses formes (monuments, statues,



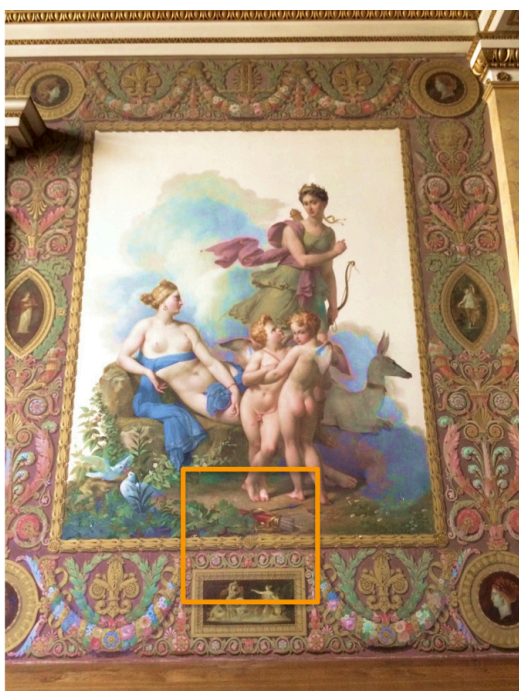
tableaux, manuscrits, archives, instruments anciens). Il rassemble des outils d'étude utilisant les interactions ondes-matière, répartis autour de quatre pôles.

- Sur le site de Neuville de l'université de Cergy-Pontoise, de nouveaux outils laser sont développés pour répondre aux enjeux de la caractérisation et de la restauration du patrimoine matériel. Les résultats obtenus favoriseront une connaissance beaucoup plus fine du patrimoine matériel, laissant envisager, par exemple, de nouvelles techniques de restauration.
- Des versions embarquées dans une plate-forme mobile supervisée par le LRMH (Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques) permettent de faire des analyses sur site, pour tous les monuments historiques et les œuvres patrimoniales qui ne peuvent être déplacées.
- Dans le cadre d'IPANEMA, une nouvelle ligne de lumière (PUMA) dédiée à l'étude des matériaux du patrimoine est implantée au sein même du prestigieux synchrotron SOLEIL. Cet instrument permet d'explorer de façon non destructive le cœur de la matière grâce au rayonnement produit par la circulation d'électrons à une vitesse proche de celle de la lumière.
- L'ensemble des informations collectées sera conservé numériquement et accessible aux laboratoires impliqués grâce à la création d'une base de données innovante, véritable système d'information dédié à l'étude du patrimoine matériel et à la transmission des connaissances associées.

Arrivé au terme d'une première phase de développement (acquisition, mise au point et installation des équipements), la poursuite du projet nécessitait l'organisation d'un événement permettant de mettre en situation les différentes techniques présentes dans Patrimex. Ainsi est née l'idée de mettre en place un atelier expérimental.

L'équipe de conservation du **château de Fontainebleau** a accepté d'accueillir l'événement qui s'est tenu du 24 au 28 avril 2017. Différents supports d'étude ont été discutés. Le choix final s'est porté sur deux espaces du château :

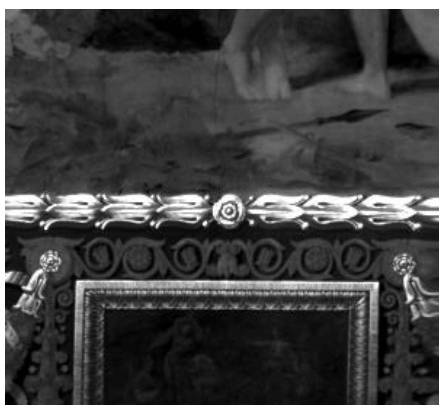
- **Le vestibule Saint-Louis.** Non ouverte au public, cette salle est située dans le donjon, partie la plus ancienne du château. Sous Louis-Philippe, cet espace a bénéficié d'un décor peint de style néogothique. Aujourd'hui attaqué par la présence de sels et de remontées capillaires, ce décor nécessite des analyses pour préparer sa restauration éventuelle, notamment en vue d'une exposition « Louis-Philippe à Fontainebleau » qui est en préparation.
- **Le salon dit du Roi de Rome.** Cet espace est situé au bout de la galerie de Diane. Cette galerie, construite sous Henri IV, comprenait un plafond en bois à pans dont l'enduit en plâtre fut peint de scènes de l'histoire de Diane et d'Apollon. Les murs comprenaient des boiseries à panneaux que surmontaient des batailles du roi et des divinités. Très ruinée à la fin de l'Ancien Régime, la galerie subit une restauration générale en 1810. Napoléon projeta alors un nouveau décor évoquant les actions



*Fig. 1*  
Peinture murale concernée  
par l'analyse, le salon du  
Roi de Rome, château de  
Fontainebleau.

*Fig. 2*  
Visualisation de la zone  
analysée dans les bandes  
correspondant aux  
longueurs d'onde 1 200 nm.

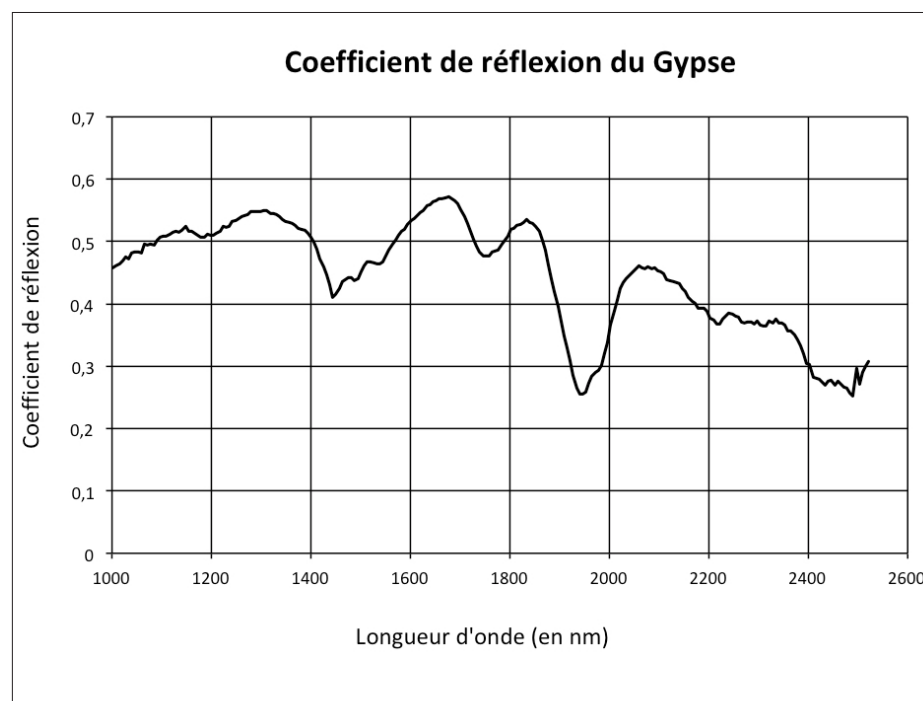
*Fig. 3*  
Visualisation de la zone  
analysée dans les bandes  
correspondant aux  
longueurs d'onde 2 000 nm.



de son règne. La Restauration acheva le projet qui fut remplacé par un ensemble de tableaux représentant l'histoire de la monarchie. Sous le Second Empire, la galerie fut transformée en bibliothèque. L'espace qui a accueilli l'atelier expérimental a conservé son décor du Premier Empire. Très peu étudié, l'ensemble de plâtre et de stuc peint soulève des interrogations sur sa composition.

Les objectifs définis étaient les suivants : faire venir sur un même site différentes techniques d'analyse afin de les mettre en œuvre sur un même support, de faire des comparatifs entre les données produites et surtout permettre aux futurs utilisateurs de mieux appréhender leur utilisation. La durée et les contraintes liées à la mise en place d'une telle opération au sein d'espaces fragiles n'ont pas permis de procéder à la livraison de données directement

Fig. 4  
Spectre de réflexion  
mettant en évidence la  
présence uniforme de  
gypse.



exploitables par l'équipe de conservation et les restaurateurs du site. Seules des pistes de réflexions et des informations sur la pertinence de certaines techniques par rapport à certains supports ont pu être présentées.

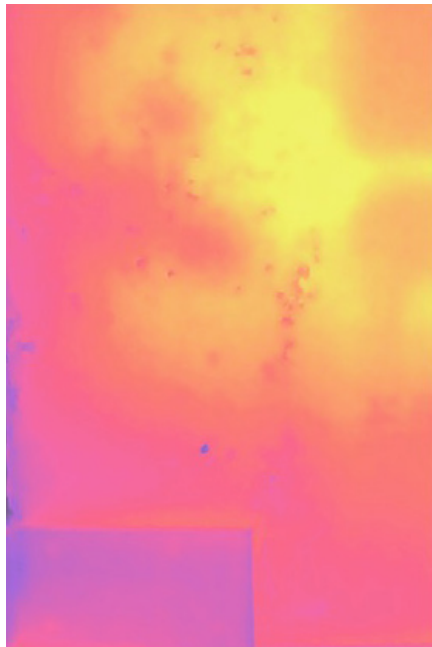
Un certain nombre de techniques portables ont été mises en place, pouvant apporter des informations relatives à la structure des matériaux étudiés (spectroscopie Raman et moyen infrarouge, fluorescence de rayons X...). Nous ne détaillerons ici que les techniques ayant donné des résultats directement exploitables.

#### *Imagerie hyperspectrale dans l'infrarouge proche*

L'imagerie hyperspectrale est une technique d'analyse optique (non destructive et sans contact) permettant l'acquisition d'images contenant, non pas trois (comme dans l'imagerie numérique conventionnelle – RVB) mais plusieurs centaines de canaux couvrant une large gamme de longueurs d'onde, du visible à l'infrarouge lointain. Initialement développées pour la télédétection (exploitation minière), ces techniques sont maintenant étendues vers d'autres champs d'application : industriel, biomédical et plus récemment pour l'étude et la conservation d'objets du patrimoine. Le traitement de l'information contenue dans ces cubes de données peut mener à la caractérisation et à l'identification des matériaux, puis à leur cartographie. L'imager hyperspectral financé par l'Equipex Patrimex travaille dans le proche infrarouge, à des énergies juste en deçà des énergies visibles. Les mesures réalisées au château de Fontainebleau l'ont été dans le salon dit du Roi de Rome, situé à l'extrémité de la galerie de Diane, sur les peintures murales.



*Fig. 5*  
Mur ouest du vestibule  
Saint-Louis, château de  
Fontainebleau, détail.



*Fig. 6*  
Image infrarouge d'une  
portion du mur ouest  
du vestibule Saint-Louis  
mettant en évidence un  
point froid (zone bleue).

La zone imagée a été relativement restreinte, afin de minimiser le temps de mesure et d'exposition. La Fig. 1 illustre la peinture murale concernée et la zone analysée. Les Fig. 2 et 3 présentent la visualisation de la zone analysée dans les bandes correspondant aux longueurs d'onde 1 200 nm et 2 000 nm. Dans cette zone, aucune retouche ou tracé sous-jacent n'ont pu être détectés. Le cube de données permet également d'extraire pour chacun des pixels présents leur spectre de réflexion, il a pu être mis en évidence la présence uniforme de gypse, comme illustré sur la Fig. 4. L'identification plus poussée des différents constituants pourrait être envisagée en couplant ces analyses dans le proche infrarouge à celles dans le domaine visible, mais aussi à une identification élémentaire comme la fluorescence de rayon X.

#### *Thermographie infrarouge stimulée*

La thermographie infrarouge stimulée repose sur l'analyse à l'aide d'une caméra thermique de la réponse en température d'un échantillon préalablement excité à l'aide d'une source de lumière contrôlée. La présence de défauts se traduit par l'apparition au cours du temps de zones d'échauffements localisés. L'analyse de la cinétique d'échauffement et de refroidissement de ces zones d'anomalie permet de caractériser ces défauts (profondeur des défauts, etc.). Cette technique a été mise en place sur le mur ouest du vestibule Saint-Louis (Fig. 5). Ce mur présentait, suite à sa dégradation, une stratigraphie visible à plusieurs couches, dont une semblant contenir du métal. L'image infrarouge de ce même mur a permis de mettre en évidence un point froid (zone bleue sur la Fig. 6), significatif de la présence d'un matériau conducteur (*i.e.* métal). Cette hypothèse a par la suite été corroborée par l'étude en microscopie optique d'un prélèvement.



## Conclusion

L'atelier expérimental Patrimex a permis de mettre en œuvre un ensemble de techniques d'analyse en un même lieu et en présence des spécialistes de ces techniques, qui ont pu montrer la complémentarité des différentes techniques. Il a également permis d'appréhender la complexité d'une campagne multi-analyse pour les spécialistes mais aussi pour les conservateurs. Enfin, certaines pistes d'études quand à conservation et à la restauration ont pu être proposées. Celles-ci pourront être envisagées dans le cadre du prochain appel à projet Patrimex, permettant le financement de coopérations entre les acteurs scientifiques et les institutions patrimoniales<sup>1</sup>.

## Note

[1] Les partenaires de Patrimex souhaitent remercier M. Vincent Droguet, Mmes Oriane Beaufiles et *Jehanne* Lazaj, conservateurs

ainsi que toutes les équipes du château de Fontainebleau. L'organisation de l'atelier a bénéficié du mécénat du Crédit Mutuel Enseignant de l'Île-de-France.

# L'évaluation des risques de dégradation mécanique des peintures

## Résumé

Dans cet article, nous présentons une méthode d'évaluation des risques de dégradation mécanique des peintures ou « indicateur de risques ». Elle est basée sur deux propriétés fondamentales des peintures : d'une part, la sensibilité à l'humidité et à la température, représentée par des diagrammes de sensibilité, et, d'autre part, la limite d'endurance en fatigue mécanique définie par la variation minimale de tension ( $V_{mini}, t$ ). Cette méthode s'appuie essentiellement sur les relations qui existent entre ces deux propriétés.

Connaissant l'environnement climatique de l'œuvre, le comportement mécanique vis-à-vis de l'humidité et de la température, la variation minimum de tension, nous sommes en mesure de transformer les données climatiques – humidité ou température – en données mécaniques force ou tension et d'évaluer, à l'aide de la  $V_{mini}, t$ , la zone de tolérance qui convient à chaque peinture.

L'indicateur de risques est un outil d'évaluation simple d'utilisation ; il est constitué sur Excel d'un module de calcul et d'un tableau de bord où sont regroupés tous les résultats.

Cet indicateur de risques permet :

- d'analyser les risques de dégradation mécanique d'une peinture pendant un transport, durant un prêt pour une exposition temporaire ;
- de déterminer les capacités d'accueil d'une salle, en fonction de ses conditions environnementales, au préalable à une exposition d'œuvres peintes de différentes techniques ;
- de déterminer la zone de tolérance climatique de chaque type de peinture.

## Mots clés

Conservation-préventive, évaluation-risques, humidité-température, fatigue mécanique, diagramme de sensibilité, zone de tolérance.

## Introduction

La conservation préventive dans les musées et dans les collections a fait l'objet de nombreux ouvrages, guides et manuels de gestion des risques. La complexité de la gestion des risques du patrimoine ou des biens culturels nous incite à évoluer par étapes pour atteindre les objectifs. La difficulté que l'on rencontre le plus souvent dans la gestion des risques vient de leur évaluation. Quelle que soit la méthode utilisée, l'évaluation des risques soulève un certain nombre d'interrogations. Comment obtenir un score juste et objectif non détourné par une appréciation subjective ? Comment est-il calculé ? Quels sont les paramètres utilisés ?

## Alain Roche

Ingénieur, conservateur-restaurateur, LARCROA  
www.larcroa.fr  
a.roche@larcroa.fr

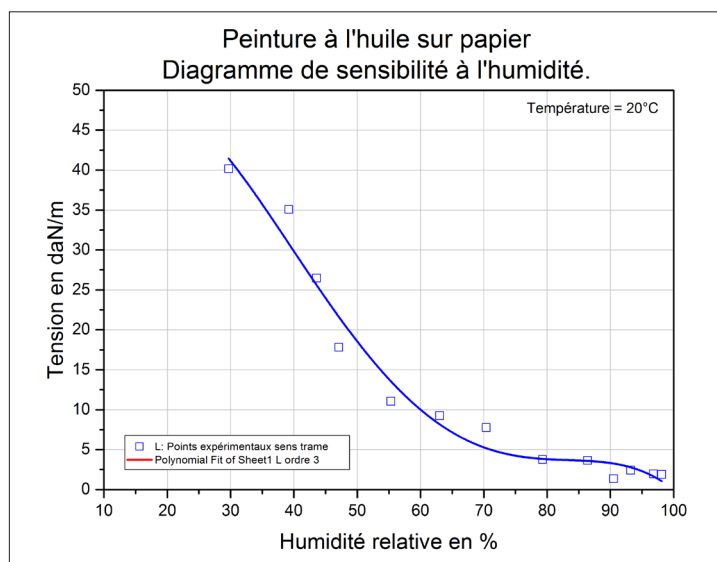
Notre expérience nous a montré, au travers de nombreuses études climatiques menées dans le cadre de musées, de fondations, de galeries, de demeures historiques et de salles d'exposition, que, malgré la présence d'un dispositif de climatisation, la stabilité du climat est loin d'être parfaite. La régulation de l'humidité et de la température dans un bâtiment dépend de nombreux paramètres : le climat extérieur, la conception et l'état sanitaire du bâtiment, les équipements techniques et leur état de fonctionnement, la fréquentation et la gestion des flux du public, etc.

Donc la probabilité pour que le climat soit parfaitement stable est très faible sinon improbable. Celui-ci aura, en tout état de cause, un impact sur les objets présents et notamment sur les œuvres peintes. D'ailleurs conscients de ces limites, les auteurs des différentes études qui ont été menées pour définir les meilleures conditions climatiques proposent des écarts d'humidité qui, selon les sources, vont de 45 à 55 %, de 50 à 60 % HR [Thomson, 1978] ou de 40 à 60 % [CCI, Notes 10/4, 1993]. Les valeurs normatives proposées par l'ICOM – HR = 55 %  $\pm$  5 % ou 50 %  $\pm$  5 % et T = 20 °C  $\pm$  2 °C – pour les musées sont les consignes les plus suivies. Sachant que les sensibilités à l'humidité et à la température des peintures sont différentes les unes des autres, ces recommandations ne sont pas valables pour tout le spectre des techniques picturales.

Dans le cadre de la conservation préventive, nous avons développé un outil d'évaluation qui permet de mesurer l'impact de l'environnement climatique sur la conservation des œuvres peintes sur toile ou papier. C'est un indicateur de risques. Cet indicateur de risque est basé sur deux propriétés fondamentales des peintures :

- leur sensibilité à l'humidité et à la température représentée par des diagrammes de sensibilité ;
- leur limite d'endurance en fatigue mécanique définie par la variation minimale de tension.

Fig. 1  
Construction expérimentale  
d'un diagramme de  
sensibilité.



### Qu'est-ce qu'un diagramme de sensibilité à l'humidité ou à la température ?

Ce sont des courbes spécifiques à chaque technique picturale. C'est une courbe qui décrit la variation de la tension dans une peinture en fonction de l'humidité ou de la température. Elles peuvent être construites expérimentalement ou théoriquement [Roche, 2016].

*Construction expérimentale :* Des échantillons de peinture, montés sur un « Cadre extensiométrique » ou une « Universal Test Machine (UTM) », enfermés dans une enceinte climatique, sont sollicités en humidité ou en température. Les mesures expérimentales donnent une série de points qui peut être représentée par un polynôme de degré n. La courbe ainsi obtenue

est décrite mathématiquement par sa fonction polynômiale (Fig. 1).

*Construction théorique* : le comportement mécanique d'une technique picturale s'obtient d'après la loi d'additivité. En additionnant le comportement mécanique de chaque constituant on est en mesure de produire un diagramme théorique de sensibilité à l'humidité ou à la température (Fig. 2).

Dans tous les cas de figure les courbes peuvent être décrites mathématiquement par une fonction polynômiale d'ordre 4.

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4 \quad (1)$$

### Limite d'Endurance d'un film de peinture

En fatigue mécanique, on dit que la limite d'endurance d'un film de peinture est la variation maximale de contraintes que peut supporter un film de peinture sans se rompre, quel que soit le nombre de cycles. Si l'on admet que la limite d'endurance d'une peinture est liée à la fois à la contrainte, à la rupture et au facteur de concentration de contraintes  $Kt$ , on peut écrire que le rapport entre la  $\sigma_{rupt}$  et  $Kt$  est équivalent à la limite d'endurance d'un film de peinture.

En validant la valeur du facteur de concentration de contrainte à une valeur constante de  $Kt=100$  [Roche, 2016], l'expression simplifiée de la limite d'endurance d'une peinture s'exprime par la relation suivante :

$$\sigma Dp = \frac{\sigma_{rupt}}{100} \quad (2)$$

On peut formuler la limite d'endurance d'un film de peinture par la variation minimum de tension ( $V_{mini}t$ ) qui est égale au produit de la limite d'endurance ( $\sigma Dp$ ) et de l'épaisseur du film de peinture ( $e$ ) :

$$V_{mini}t = \frac{\sigma_{rupt}}{100} \times e \quad (3)$$

En tout état de cause si :

$\sigma Dp > \Delta\sigma_{max}$  ou  $V_{mini}t > \Delta t_{max}$  risques de dégradation mécanique = 0  
 $\sigma Dp = \Delta\sigma_{max}$  ou  $V_{mini}t = \Delta t_{max}$  risques de dégradation mécanique = limités  
 $\sigma Dp < \Delta\sigma_{max}$  ou  $V_{mini}t < \Delta t_{max}$  risques de dégradation mécanique = importants

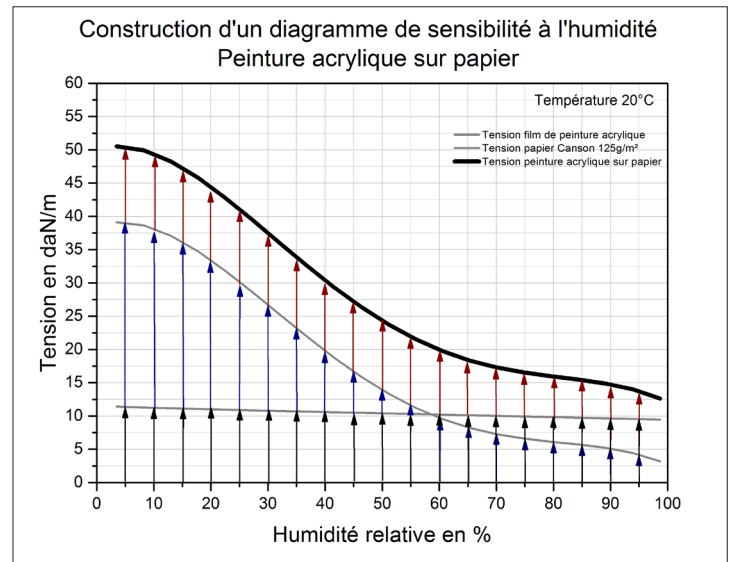
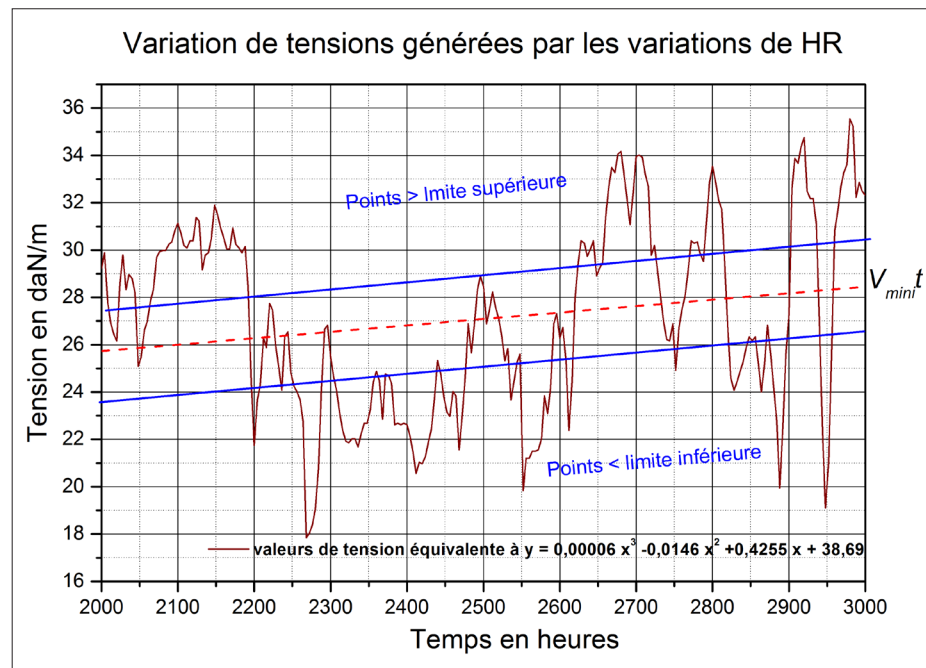


Fig. 2  
Construction théorique d'un diagramme de sensibilité.



Fig. 3  
Tracés de la courbe de tension et de la zone de tolérance.



### Principe d'évaluation de l'indicateur de risques (IR)

Cet outil « indicateur de risques » s'appuie essentiellement sur les relations qui existent entre :

- Les propriétés mécaniques des peintures vis-à-vis de l'environnement.
- L'endurance en fatigue mécanique des peintures.

Connaissant l'environnement climatique de l'œuvre, soit en plaçant un mini enregistreur au revers de l'œuvre ou en récoltant les données climatiques d'un enregistreur proche de l'œuvre, connaissant le comportement mécanique de l'œuvre vis-à-vis des variations climatiques en choisissant le diagramme de sensibilité à humidité relative et température adéquat, connaissant la variation minimum de tension, obtenue à partir l'épaisseur de film de peinture et la contrainte à la rupture, on est en mesure :

- de transformer les données climatiques – humidité ou température – en données mécaniques – force (N) ou tension (daN/m) ;
- de calculer et de tracer à l'aide de la  $V_{min}.t$  les limites supérieure et inférieure de la zone de tolérance, qui convient à chaque peinture (Fig. 3).

Sachant que les valeurs de tension à l'intérieur de la zone correspondent aux variations de tension inférieures à la limite d'endurance et que toutes valeurs à l'extérieur correspondent à des variations supérieures à la limite d'endurance de la peinture, on peut calculer l'indice de risque en vue d'en déterminer l'impact du climat sur la conservation de l'œuvre. Pour cela nous avons créé un module de calcul qui va convertir les données climatiques en tension dans la peinture, à partir de l'une des 40 fonctions polynômiales et l'épaisseur de la peinture.

On peut temporiser l'indice de risque en fonction du temps (durée d'une exposition ou d'un transport) en appliquant des coefficients d'amortissement.

## Présentation de l'indicateur de risques (IR)

### Module de calcul

L'indicateur de risque sur Excel est constitué d'un module de calcul dans lequel on entre tous les paramètres nécessaires : temps/date, humidité relative, température, fonction polynômiale associée au diagramme sélectionné, durée en mois. Les résultats du calcul des tensions sont affichés dans une colonne, de même que les valeurs des limites supérieure et inférieure de la zone de tolérance. En comparant les valeurs de tension obtenues avec la limite d'endurance  $V_{mini}t$  de la peinture étudiée, le module calcule l'indice de risques noté de 0 à 100 %. Les résultats sont automatiquement affichés dans le tableau de bord du module de calcul.

### Tableau de bord

Le tableau de bord regroupe 2 fenêtres graphiques dans lesquelles vont s'afficher à gauche les courbes, humidité relative et température, encadrées par la zone de tolérance recommandée par l'ICOM, à droite la courbe des variations de tension encadrée par la zone de tolérance déterminée par la  $V_{mini}t$ .

On trouve aussi 3 tableaux affichant : à gauche, les données statistiques du climat ; au centre, les données statistiques des valeurs de tensions ; à droite, les caractéristiques de la peinture.

Les valeurs de l'indicateur de risques sont présentées, au centre du tableau de bord, par une valeur numérique en % dans un encadré et une représentation graphique sous la forme d'un cadran et d'une aiguille mobile.

Sous cette partie du tableau de bord il y a, d'une part, une zone de texte permettant la saisie des commentaires ou l'interprétation des résultats et d'autre part, les onglets permettant d'accéder au module de calcul, à la zone de tolérance et aux divers diagrammes de sensibilité à l'humidité et à la température (Fig. 4).

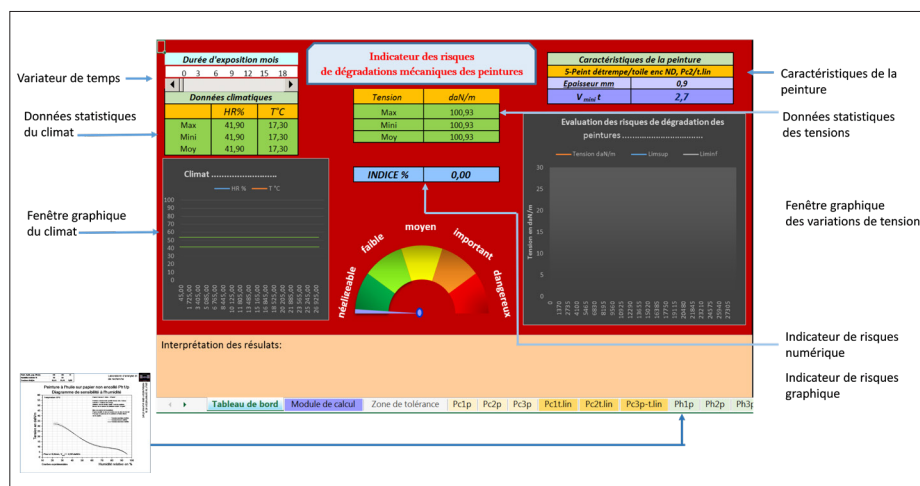


Fig. 4  
Présentation du tableau de bord de l'indicateur de risques.

Le cadran de l'indicateur de risques est divisé en 5 zones d'appréciations :

- dans la zone risques « négligeables » (0 à 20 %), la formation de quelques microfissures internes, au niveau des défauts, est probable quand on s'approche de la valeur limite de 20 %. Ces micro-dégradations ne sont pas visibles en surface ;
- dans la zone risques « faibles » (20 à 40 %), les microfissures vont progresser vers la formation de fines craquelures visibles en surface. Leur propagation augmente en fonction de la valeur de l'indice ;
- dans la zone risques « moyens » (40 à 60 %), on observe une densification des craquelures avec la naissance d'un réseau, qui sera plus ou moins étendu selon la valeur de l'indice ;
- dans la zone risques « importants » (60 à 80 %), la densification des réseaux de craquelures s'intensifie avec l'apparition de soulèvements de la matière picturale ;
- dans la zone « dangereuse » (80 à 100 %), le développement de la densification des réseaux de craquelures et des soulèvements mettent en péril l'intégrité de l'œuvre.

### **Quelles sont les applications de cet indicateur de risques ?**

Prêt d'une peinture du XVIII<sup>e</sup> siècle pour d'une exposition de six mois dans un musée.

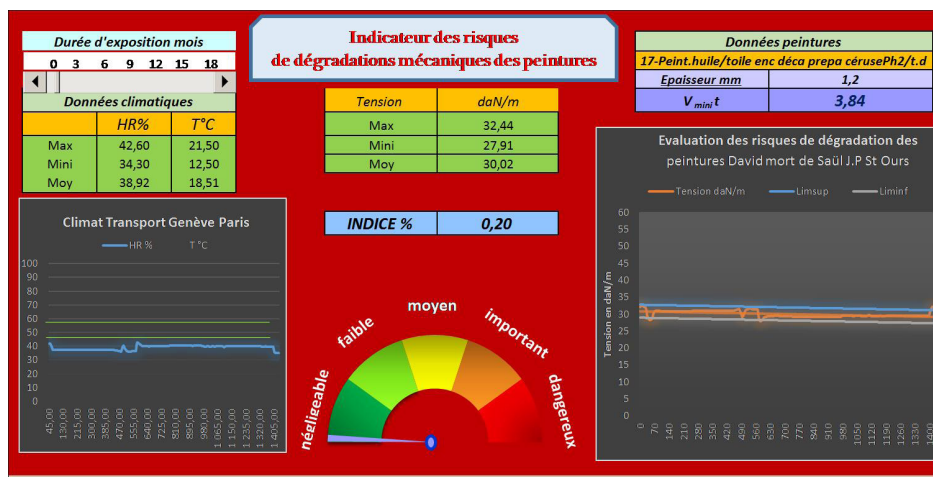
*Analyse des conditions pendant le transport* (Fig. 5) : si on examine les données climatiques pendant le voyage, on constate que les valeurs d'humidité sont complètement en dehors des recommandations. Cependant le calcul de l'indice de risque de 0,2% est très faible et les risques sont négligeables, aucune dégradation de nature mécanique n'apparaîtra sur cette œuvre pendant le voyage.

*Analyse des conditions pendant les six mois d'exposition* (Fig. 6) : les conditions d'humidité pendant la période d'exposition fluctuent. L'hygrométrie est passée d'une moyenne de 45 % pendant les deux premiers mois à 35 % les trois derniers mois. Malgré une certaine instabilité du climat, on voit que les variations de tensions suivent la pente de la zone de tolérance. L'indice de risques ne dépasse pas 16,45 % et reste dans la zone de risques négligeables. Pendant cette période d'exposition, l'humidité n'a pas eu d'impact direct sur l'état de conservation de cette œuvre.

Détermination des capacités d'accueil d'une salle d'exposition d'œuvres peintes de différentes techniques, en fonction de ses conditions environnementales.

Un responsable de bibliothèque a l'intention d'organiser dans l'une des salles une exposition d'œuvres peintes de techniques différentes :

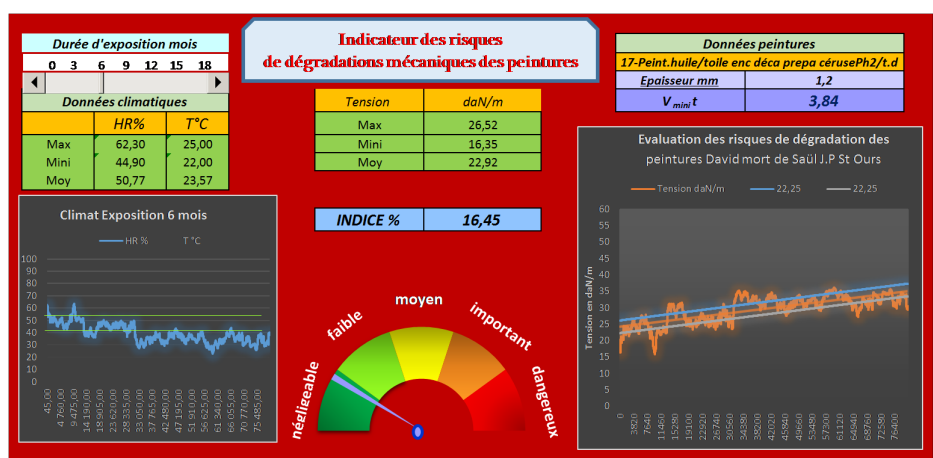
- peintures à l'huile sur papier encollé,
- peinture à l'huile sur papier marouflé sur toile,
- peinture sur toile non préparée,
- peinture à la détrempe sur papier,



#### Interprétation des résultats

Les conditions de conservation de l'œuvre sont acceptables puisque l'indice des risques est de 0,2 %. Aucune dégradation à prévoir. Néanmoins la moyenne relative est de l'ordre de 39 %, les tensions dans la peinture sont élevées avec une moyenne de 37 daN/m. Les conditions de transport du retour Genève-Paris sont beaucoup moins bonnes qu'à l'aller.

Fig. 5  
Indicateur de risques.  
Résultats IR pendant le voyage.



#### Interprétation des résultats

Pendant la période d'exposition, l'hygrométrie de la salle est passée d'une valeur moyenne de 45 % pendant les deux premiers mois d'exposition à une valeur d'environ 35 % entre décembre et février. Cette chute de l'hygrométrie est responsable d'une surtension dans la peinture avec une valeur moyenne de 38 daN/m les trois derniers mois. Cette tension est plus élevée que les valeurs recommandées (15 à 30 daN/m). L'indice de risques est de 16,45 %. Le risque se situe au niveau de la progression de fissures internes et un affaiblissement de la cohésion interne de la peinture avec des risques à plus long terme. Mais c'est surtout la surtension dans la peinture qui est préjudiciable à sa conservation. Cette période d'exposition de 165 jours au musée d'Art et d'Histoire de Genève n'a pas eu de conséquence directe sur l'état de conservation de l'œuvre *David apprenant la mort de Saül* de Jean Pierre Saint-Ours. Néanmoins son séjour dans ce climat trop sec a dû affaiblir légèrement la cohésion de la matière picturale.

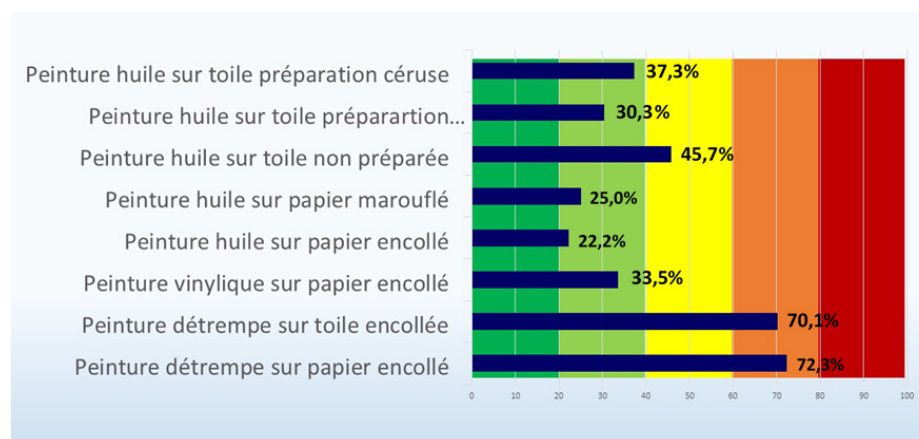
#### Recommandations :

Contrôler dans le *Report Facility* les conditions de conservation. Prévoir sur des œuvres particulièrement fragiles un montage sur châssis à tensions autorégulées, si c'est possible.

Fig. 6  
Indicateur de risques.  
Résultats IR pendant l'exposition.



Fig. 7  
Résultats IR pour les huit peintures.



- peinture à la détrempe sur toile encollée,
- peinture vinylique sur papier encollé.

Avant d'exposer les œuvres, il se demande si les conditions climatiques de la salle d'exposition répondent aux exigences de conservation. Par mesure de prudence, il fait faire une évaluation des risques de dégradations mécaniques pour chaque technique à partir des relevés climatiques de la salle d'exposition de la bibliothèque. Les résultats des indices obtenus sont regroupés dans le graphique suivant (Fig. 7).

Les résultats attestent que les peintures à la détrempe sur papier (IR =72,3 %) ou sur toile (IR=70,1 %) sont les plus sensibles et vulnérables au climat instable de cette salle d'exposition.

En conséquence du point de vue de la conservation de ce type de peinture, il est fortement déconseillé d'exposer ces œuvres dans cette salle, sous peine de voir se propager très rapidement les réseaux de craquelures avec l'apparition de soulèvements de la matière picturale. Néanmoins, l'intérêt historique de ces œuvres est tel, qu'elles doivent être exposées. En vue de trouver une solution adaptée, on doit rechercher les conditions optimales de conservation de ces œuvres en déterminant sa zone de tolérance climatique.

#### Détermination de la zone de tolérance climatique des peintures en humidité.

Il est possible de déterminer rapidement la zone de tolérance climatique à l'aide du diagramme de sensibilité à l'humidité et la limite d'endurance en fatigue mécanique  $V_{mini}t$  de la peinture concernée (Fig. 8).

Pour une peinture à la détrempe sur papier, à 55 % HR la tension est de 16,24daN/m. Sachant que la  $V_{mini}t$  est de 1,2 daN/m, en ajoutant et retranchant la moitié des variations minimales de tension à la valeur de tension à 55 % on obtient 2 valeurs de tension. En projetant leurs points d'intersection avec la courbe, sur l'axe des X, on obtient 2 valeurs d'humidité. Cet écart correspond à la variation d'humidité qui répond aux conditions optimales de conservation.

La représentation graphique montre que l'écart d'humidité doit être compris entre 53 % et 57 % pour assurer les meilleures conditions de

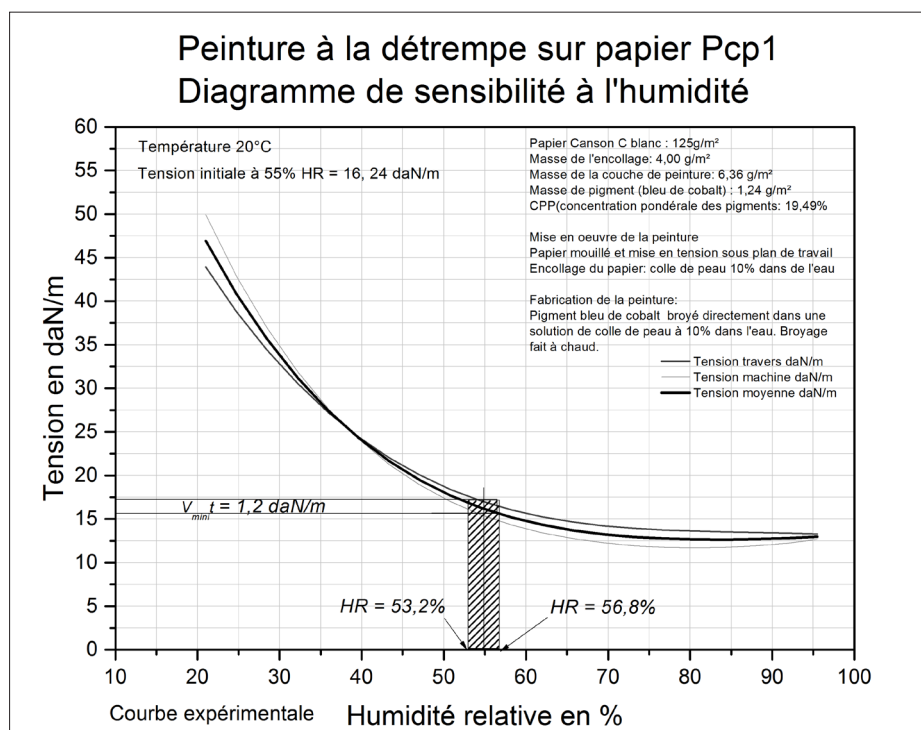


Fig. 8  
Recherche de la zone  
de tolérance sur un  
diagramme de sensibilité.

conservation de cette peinture. Dans ce cas, les risques de dégradation mécanique sont nuls et les deux œuvres les plus sensibles peuvent être exposées. Autrement il existe des solutions alternatives.

## Conclusion

Dans le domaine de l'évaluation des risques de dégradation des œuvres peintes, on a recours le plus souvent à une appréciation subjective sur la fragilité et la sensibilité des œuvres. Elle est due à une absence d'outils d'expertise, indispensables à cette évaluation. Elle se traduit la plupart du temps par des avis très différents entre les spécialistes.

En exploitant, comme nous l'avons vu, deux des propriétés mécaniques fondamentales des peintures, comportement à l'humidité/température et limite d'endurance à la fatigue mécanique, nous sommes en mesure d'obtenir une valeur du risque dans un contexte climatique bien précis, qui est fondé sur des données scientifiques. Cet outil donne une nouvelle dimension à cette expertise. Il sera en mesure d'effacer toute contradiction qui pourrait apparaître lors d'une appréciation subjective.

Dans le contexte des musées, des demeures historiques et des fondations, le climat, en tant que facteur de risque, occupe une place très importante. Sa stabilité, dépendant de nombreux paramètres, est difficile à gérer et à maîtriser. Omniprésent, son instabilité peut entraîner très rapidement une perte de valeur patrimoniale des œuvres.

Par ailleurs, la politique culturelle a favorisé, depuis plusieurs décennies,

la fréquentation des musées, des demeures historiques et des expositions. Elle est responsable d'une arrivée massive du public. Cette forte concentration de personnes dans les salles d'exposition permanentes et temporaires est à l'origine d'importantes perturbations du climat. On peut diminuer l'impact du public sur l'environnement climatique en améliorant la gestion des flux dans les salles ou en limitant l'accès à un nombre réduit de personnes. Certaines institutions ont déjà mis en place des mesures de conservation préventive de ce type. Dans cet honorable contexte de développement culturel, pour alimenter les expositions temporaires en France comme à l'étranger, les œuvres prêtées circulent énormément. Transport, manutention, chocs climatiques sont autant de facteurs de risques qu'il faut savoir gérer et anticiper. Dans ces conditions il faut être vigilant et s'adapter à l'évolution des pratiques, en ayant toujours à l'esprit, que la conservation des œuvres est prioritaire. Il faut donc réagir en conséquence, en se donnant les moyens financiers et le matériel pour acquérir et utiliser des outils d'évaluation de risques à notre disposition.

Au sein du LARCROA, la quête de diagrammes de sensibilité à l'humidité et à la température se poursuit. Nous avons mis au point un nouveau dispositif expérimental, avec une instrumentation plus performante, pour obtenir des diagrammes de sensibilité à l'humidité et la température plus exacts. Nous travaillons à la fois sur des techniques picturales que nous reproduisons à partir d'une documentation et sur des échantillons de véritables peintures d'artistes. Notre objectif est d'enrichir notre collection de diagrammes, en vue de s'approcher au mieux de la réalité et de se mettre au service de la conservation des œuvres.

#### Note

[1] ICOM-CC Paintings, Preventive Conservation and Documentation Working Groups in association with the Institut National du Patrimoine (INP) and the University of Paris Panthéon-Sorbonne 29 et 30 Septembre 2016. Non publié. Problématiques physiques dans la conservation des Peintures: Surveiller, documenter et atténuer.

#### Références bibliographiques

CCI, Notes 10/4, 1993. *Environmental and Display Guidelines*

*for Paintings*. 1993. *Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 10/4* [en ligne]. <http://canada.pch.gc.ca/eng/1439925170465> (consulté le 18 septembre 2017).

ROCHE A., 2016. *La conservation des peintures modernes et contemporaines*. Paris : CNRS Éditions, p. 69-75.

ROCHE A., 2016. « Limite d'endurance d'un film de peinture ». Paper presented at the ICOM CC joint interim Meeting *Physical Issues in the Conservation of Painting*, 29-30 septembre 2016, Paris.

THOMSON G., 1978. *The Museum environment*. 2<sup>e</sup> édit. Londres : Butterworth-Heinemann.

# La recherche mécanique appliquée à la conservation préventive : prochaine étape ?

## Résumé

Malgré d'indéniables avancées dans la compréhension du comportement mécanique des objets patrimoniaux en réponse à leur environnement, d'importantes lacunes demeurent dans nos connaissances. Cette intervention cherchera à identifier certaines de ces lacunes et proposera de possibles applications de la recherche en mécanique pour améliorer la conservation préventive fondée sur une évaluation pragmatique des risques. Nous nous concentrerons sur les lacunes qui freinent l'élaboration de modèles pertinents d'évaluation et de gestion des risques dans les collections patrimoniales. On manque ainsi de modèles adaptés pour évaluer les risques d'altérations mécaniques engendrées par des variations climatiques extrêmes mais rares, et pour prévoir l'ampleur des dommages mécaniques causés par de multiples cycles de variation modérée de l'humidité relative. Il est important aussi de mener davantage de recherches pour comprendre le processus d'évolution maximale de fissuration des couches de peinture, ce qui permettrait de mieux comprendre l'observation communément faite par les conservateurs et les conservateurs-restaurateurs à propos des objets qui ont pu survivre fort bien dans des environnements très éloignés des conditions muséales idéales. L'absence de tels modèles et d'une compréhension fine de l'évolution maximale des fissures a freiné la possibilité de parvenir à un consensus sur des normes muséales qui autorisent de plus amples variations hygrométriques. Cela génère aussi des obstacles dans la communication avec les décideurs lorsqu'il faut élaborer des stratégies de contrôle du climat dans de nouveaux bâtiments ou lorsqu'il faut adapter d'anciens édifices. Ces lacunes limitent la mise en œuvre de stratégies de préservation des collections qui soient plus économes en énergie, dans les musées, bibliothèques et archives.

## **Łukasz Bratasz**

Directeur du laboratoire de  
conservation durable, Institute  
for the Preservation of Cultural  
Heritage, Yale University,  
États-Unis  
lukasz.bratasz@yale.edu



# L'expérience de terrain pour étudier les réactions de certains objets aux variations climatiques

## **Michal Lukomski**

Directeur de recherche  
en conservation préventive  
au Getty Conservation  
Institute, Los Angeles,  
États-Unis  
MLukomski@getty.edu

## **Résumé**

La dégradation des objets est affectée par le climat mais aussi par divers facteurs liés à l'objet lui-même, tels que la technique de construction et les dommages existants. Les études menées sur des matériaux neufs et des maquettes n'ont qu'une pertinence limitée quand il s'agit de caractériser les dommages *in situ* d'objets réels. Cela signifie que prendre des décisions en matière de préservation demeure une tâche complexe et incertaine.

Afin de mieux comprendre les dommages subis par les collections, une sélection d'objets réels, non inventoriés, a été exposée à différentes conditions climatiques. Cela a permis de relier directement les effets observés ou enregistrés aux conditions climatiques, et d'ouvrir de nouvelles perspectives pour la gestion des dégradations et de la préservation.

Les environnements étaient contrôlés, mais modifiables, pour simuler des conditions *in situ* d'intensité croissante. Cette démarche réduit le saut entre la recherche en laboratoire et les conditions concrètes d'exposition. Les objets ont été placés dans une salle où les conditions climatiques étaient précisément contrôlées, de sorte que chaque objet était exposé au même climat ambiant (comme lorsqu'ils sont exposés hors vitrines).

En partant d'un équilibre pour un objet à 20 °C avec une humidité relative de 50 %, les conditions climatiques ont été modifiées pour que l'humidité relative atteigne 65 %, 40 %, 30 % et 20 %. À chaque fois, les conditions étaient maintenues jusqu'à atteindre l'équilibre (environ quatre semaines), avant de revenir à une humidité relative de 50 % (jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint) et de modifier à nouveau le degré hygrométrique.

Les objets avaient été choisis de façon à représenter une variété d'objets et de groupes d'objets. Leurs réponses ont été caractérisées par mesures dimensionnelles de haute précision et photographie (14 objets), et par émission acoustique (6 objets), permettant de suivre directement le développement de micro-dommages. On a ainsi pu réfléchir à l'utilisation de ces méthodes dans les institutions culturelles et voir dans quelle mesure leurs données peuvent être reliées.

Malgré la taille réduite de l'échantillon d'objets, l'étude a permis de mieux comprendre les réactions des objets anciens aux variations d'humidité relative, laissant entrevoir un possible élargissement de la gamme acceptable de fluctuations climatiques pour les collections des musées.



Silvana Editoriale

*Direction éditoriale*  
Dario Cimorelli

*Directeur artistique*  
Giacomo Merli

*Coordination d'édition*  
Sergio Di Stefano

*Rédaction*  
Carole Aghion

*Mise en page*  
Letizia Abbate

*Organisation*  
Antonio Micelli

*Secrétaire de rédaction*  
Ondina Granato

*Iconographie*  
Alessandra Olivari, Silvia Sala

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

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

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

*En couverture*

© EPV Thomas Garnier

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