

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

Méthodologies  
d'évaluation  
et applications

SilvanaEditoriale

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

**Méthodologies d'évaluation  
et applications**

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

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

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

## **Actes du colloque**

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

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

**Traductions**  
Clarisse Le Mercier, Camila Mora

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

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

#### Comité scientifique

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

#### Comité d'organisation

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

#### Remerciements

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



Avec le mécénat de



# 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.

**N**ous 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 ± 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.

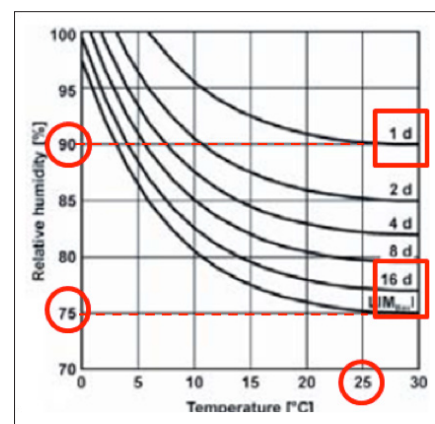
**Identification des seuils de température et d'humidité relative**

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 ≤ 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., 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, p. 225-232.



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)