UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

FLORE
Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Instrumentations pour le contrôle continu des panneaux peints en bois

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Instrumentations pour le contrôle continu des panneaux peints en bois / P. Dionisi Vici; L. Uzielli; J. Colmars. - In: TECHNÉ. - ISSN 1254-7867. - STAMPA. - n° 29, 2009:(2009), pp. 21-27.

Availability:

This version is available at: 2158/408926 since:

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

27 April 2024

Numéro 29
2009

TECHNE

La science au service de l'histoire de l'art et des civilisations

Centre de recherche et de restauration des musées de France - CNRS - UMR 171

Le bois

En couverture

Exemple de gestion naturelle de la forêt de Bielowieza, Pologne © photo N. Saedlou.

Au centre

Plaque de touche d'un luth de David Buchstetter, © Cité de la musique, photo J. Dugot.

Le bois

Coordonné par Catherine Lavier *et* Élisabeth Ravaud

« L'arrière-saison » *Éditorial* 3
Late season. *Editorial*
Christiane Naffah

Le bois, langage de l'arbre et empreintes de l'homme *Introduction* 6
Wood, the language of trees and the imprint of men *Introduction*
Jean-Louis Boutaine, Catherine Lavier, Élisabeth Ravaud

MÉTHODES D'ÉTUDE

Le bois, un outil pour la connaissance de l'environnement et des activités humaines 9
Wood: a tool for knowledge about the environment and human activities
Nima Saedlou, Monique Dupéron-Laudoueneix, Jean Dupéron

Tracéologie appliquée aux objets et œuvres d'art en bois des musées de France. *Premiers exemples d'adaptations, de développements techniques et de résultats au sein du C2RMF* 15
Traceology applied to wooden artefacts and works of art in French national museums: *initial examples of adaptations, technical developments and results at C2RMF*
Catherine Lavier, Thierry Borel, Daniel Vigears

Instrumentations pour le contrôle continu des panneaux peints en bois 21
Instrumentation for monitoring painted wooden panels
Paolo Dionisi Vici, Luca Uzielli, Julien Colmars

Identification de bois anciens par amplification d'ADN 28
Identification of aged wood through DNA amplification
Emmanuel Maurin, Sabine Dumas, Rémy Petit

ÉTUDES DE CAS

Mobilier

Du développement de méthodes non intrusives pour l'étude dendrochronologique du mobilier à l'expertise de cabinets Renaissance 31
From the development of non-intrusive methods for dendrochronological analysis of furniture to the expertise of Renaissance cabinets
Didier Pousset, Christine Locatelli, Arlen Heginbotham

Investigation sur la matière : les coffres de l'Hôtel-Dieu de Beaune 37
Material investigations: the wooden chests in the Hôtel-Dieu de Beaune
Bruno François, Christine Locatelli, Didier Pousset

Instruments de musique

Les bois dans la facture des instruments de musique en Europe, XVIe et XVIIe siècles 44
Wood in musical instrument-making in 16th- and 17th-century Europe
Joël Dugot

Restauration harmonieuse ou dé-restauration harmonique des tables d'harmonie ? 51
Harmonious restoration or harmonic derestoration of soundboards?
Sandie Le Conte, Stéphane Vaiedelich, Blaise Diringer

Mobilier funéraire

Histoire matérielle et identification xylologique de quelques objets en bois de la collection égyptienne de Boulogne-sur-Mer 56
Material history and xylologic identification of selected wooden objects from the Egyptian collection in Boulogne-sur-Mer
Victoria Asensi Amorós, Caroline Thomas, Hélène Guichard, Anne-Claire Laronde

Sculptures

La campagne d'identification des bois des sculptures européennes du musée du Louvre 63
The Louvre campaign for the identification of woods used in European sculptures
Élisabeth Ravaud, Sophie Guillot de Suduiraut en collaboration avec Emmanuel Maurin et Nathalie Pingaud

Peintures

De l'intérêt de l'étude d'un châssis pour l'histoire matérielle d'une œuvre : *L'Apothéose de saint Roch* de Michel Serre, église de Mazargues, Marseille 71
The relevance of studying a stretcher to the material history of a work: Michel Serre's *The Apotheosis of Saint Roch*, church of Saint-Roch-de-Mazargues, Marseille
Christine Benoit, Claude Badet, Thierry Valhem avec la collaboration de Laurène Degli Esposti, Odile Guillon et Yves Ynchierman

Le *Crucifix* d'Issy : essai de reconstitution de l'état original 75
The Issy Crucifix. An attempt to establish its original condition
Élisabeth Ravaud, Juliette Mertens, Florence Adam, Marie Monfort

CONSERVATION, RESTAURATION, PRÉSENTATION

Une commode du musée Jacquemart-André à Paris. *Étapes d'une restauration fondamentale* 81
A commode from the Musée Jacquemart-André, Paris. *Different stages of a basic restoration programme*
Gérard Albeza, Frédéric Leblanc, avec la collaboration de Nicolas Sainte-Fare Garnot

Redécouverte et restauration d'une enseigne d'apothicaire du début du XVIIIe siècle, à Dieppe 89
Rediscovery and restoration of an early 18th-century apothecary's sign in Dieppe
Pierre Ickowicz

La restauration des cadres du musée de l'Orangerie 94
Frame restoration at the Musée de l'Orangerie
Béatrice Lauwick, Roland Février

Tout ce que vous devez savoir sur les vitrines en bois 101
Everything you should know about wooden showcases
Michel Dubus, Anne-Marie Laurent

ACTUALITÉ

Pour une approche raisonnée des problématiques d'infestation en milieu patrimonial : le cas du *Stegobium paniceum* 109
In defence of a logical approach to problems of infestation in national heritage: the case of *Stegobium paniceum*
Katia Baslé, Nicolas Bouillon, Fabien Fohrer, Odile Guillon, Roland May

Paolo Dionisi Vici
Luca Uzielli
Julien Colmars

Instrumentations pour le contrôle continu des panneaux peints en bois

Instrumentation for monitoring painted wooden panels

Résumé. *Divers types d'interventions de contrôle continu menés* in situ *sur des objets en bois du patrimoine, notamment des panneaux peints, sont répertoriés. Elles visent à enregistrer de manière automatique les variations structurelles causées par les fluctuations de l'environnement de conservation. On détaille principalement les contraintes liées à l'installation des systèmes, les solutions technologiques adoptées et le type de données attendues pour chaque type de configuration.*

Mots-clés. *Panneaux peints, bois, contrôle continu, relations bois-environnement.*

Abstract. *Various types of monitoring performed* in situ *on wooden cultural objects, particularly painted panels, are presented. The aim is to automatically record structural variations caused by fluctuations of the environment in which they are conserved. The constraints relevant to the installation of the systems, the technological solutions adopted and the expected type of data are detailed for each sort of configuration.*

Keywords. *Panel paintings, wood, monitoring, wood-environment relationships.*

Introduction

Pour la conservation des panneaux peints en bois, il est indispensable d'être en mesure d'en évaluer les réactions aux variations hygrothermiques de l'environnement dans lequel ils sont conservés. Même une connaissance qualitative des déformations est très utile pour le conservateur, car elle peut soit indiquer la sensibilité individuelle de chaque œuvre, soit montrer directement les effets d'un microenvironnement, sans qu'il soit indispensable de développer une modélisation hygromécanique que seul un chercheur spécialisé peut songer à mettre en place. D'autre part, pour atteindre un niveau de fiabilité suffisant, les modèles hygromécaniques de panneaux peints en bois doivent être nourris et validés par des données expérimentales obtenues par des essais sur matériaux ou maquettes, mais également par des observations *in situ* sur les œuvres. Les critères et les exemples exposés dans cet article sont donc conçus non seulement pour la modélisation, mais aussi bien pour la meilleure connaissance qu'un conservateur peut désirer pour les œuvres qui lui ont été confiées.

Chaque œuvre représente un cas particulier et, en même temps, un choix adéquat de matériels d'étude permet d'embrasser un large éventail de situations typiques. Si les méthodes optiques permettent l'acquisition, de manière totalement non destructive non seulement de la forme extérieure des objets, mais également de leurs variations – et donc de leur déformations –, il y a généralement lieu de les compléter par des enregistrements en continu pour suivre la réaction des œuvres aux variations microclimatiques sur des longues durées. En outre, non seulement les déformations mais aussi les efforts appliqués sur la structure, ou encore les variations de masse liées à celles de l'humidité du bois, peuvent, en fonction des nécessités, être enregistrées. Des montages permettant l'acquisition continue de données cinématiques et/ou statiques sur de longues périodes seront décrits de manière générique et illustrés par des exemples : « kit déformométrique », traverses instrumentées, etc. En termes de cahier des charges, ces systèmes doivent être constitués d'éléments disponibles en standard nécessitant simplement l'adaptation de fixations en fonction de la géométrie des objets étudiés, être relativement simples, bon marché et de mise en œuvre aisée ; ils doivent également être utilisables tant en condition de laboratoire que *in situ* (musées ou monuments historiques), disposer d'une autonomie suffisamment longue et, si possible, d'une fonction de lecture à distance ; ils ne doivent pas déranger l'exposition de l'œuvre ; il faut pouvoir enfin les associer à un enregistrement simultané des variations hygrothermiques de l'environnement.

Paolo Dionisi Vici, docteur en sciences du bois (pdv64@inwind.it). **Luca Uzielli**, professeur de technologie du bois, DISTAF, Université de Florence (luca.uzielli@unifi.it). **Julien Colmars**, doctorant, Laboratoire de mécanique et génie civil, UMR 5508 CNRS - Université Montpellier 2 (colmars@lmgc.univ-montp2.fr).

Historique des monitorages *in situ* sur panneaux peints en bois

La difficulté majeure rencontrée lors de monitorages *in situ* relève de l'accessibilité plus ou moins aisée à l'œuvre étudiée ; c'est cette donnée qui précisément va imposer la disposition de l'ensemble des capteurs chargés d'acquérir les variations de forme, ou, dans certains cas, les forces développées par les renforts divers (traverses ou corniches). L'accessibilité à l'œuvre et au système pose également le problème de la collecte des données.

Quand les mesures sont effectuées *in situ*, il est toujours capital pour les conservateurs que l'œuvre ne soit pas modifiée ; dans la plupart des cas, nous devons faire face aux divers problèmes d'encombrement, nécessitant parfois des solutions « astucieuses », à la fois miniaturisées et avec très peu d'interventions sur le long terme.

Dans certains cas déjà rencontrés, l'accès à l'œuvre est proscrit pendant plusieurs années, jusqu'à ce que celle-ci soit à nouveau déplacée pour des raisons souvent imprévisibles lors de la mise en place, mais qu'il faut pourtant essayer d'anticiper dans la phase de conception du système de mesure.

Le fait d'installer un système de mesure solidaire de l'œuvre étudiée contribue à la qualité des résultats, mais conditionne la géométrie à concevoir. Le choix final doit naturellement être validé par les conservateurs en charge de l'œuvre ; l'usage éventuel de points d'ancrage ne doit avoir aucune répercussion sur la couche pictural ; il faut donc l'évaluer au cas par cas.

Nous décrirons les solutions technologiques appliquées à quelques-uns de ces cas.

Cas I. La configuration « *Joconde* »

La Joconde *de Léonard de Vinci, conservée au musée du Louvre, à Paris*

Dans le cas de la *Joconde*, les contraintes imposées par la fixation du cadre à l'intérieur de la vitrine laissent finalement très peu de liberté. D'une part, l'espace disponible au revers du panneau, pour arriver à flanc de cadre, ne dépasse pas les 15 mm. D'autre part, il est inconcevable d'ajouter des éléments de contact ou des points d'ancrage directement sur la planche de peuplier, qui n'a que 13 mm d'épaisseur.

La solution appliquée dans le cas de la *Joconde* est une mesure de flèche en trois points (disposés dans la largeur du panneau) ; la valeur de la flèche est donnée par rapport au plan de référence que constitue une traverse en aluminium, elle-même solidaire du châssis-cadre dans lequel le panneau peint est inséré.

Étant donné l'impossibilité d'utiliser les capteurs de déplacement dans l'axe perpendiculaire à la face arrière du panneau, il a fallu avoir recours à un mécanisme spécifique transformant les variations de flèche qui sont perpendiculaires au panneau en mouvement rectiligne pratiquement parallèle au panneau, par un double levier tournant, ceci selon le schéma explicité dans *Au cœur de la Joconde* [Uzielli, 2006].

Les données obtenues à partir des capteurs sont évidemment corrigées d'après de simples relations trigonométriques liées à l'angle existant entre le capteur et le plan de référence de la mesure et à la transformation de type « bielle-manivelle » réalisée par le système.

La mesure des efforts exercés par les traverses, qui maintiennent le panneau à l'intérieur du châssis-cadre et l'empêchent de se tuiler, a été réalisée de manière à ne pas modifier la sollicitation exercée. Pour ce faire, nous avons conçu un système de contact mobile entre traverse et panneau, à l'intérieur duquel sont insérés deux petits capteurs de force qui mesurent ces efforts et leurs éventuelles variations au cours du temps. Le schéma de ce système est explicité dans l'ouvrage *Au cœur de la Joconde* [Uzielli, 2006].

Parmi les dernières modifications, mentionnons, début novembre 2007, le remplacement de l'ancien système basé sur deux enregistreurs commerciaux de quatre canaux chacun, complétés par un troisième pour l'hygrothermie, par un nouveau prototype à huit canaux. Celui-ci (appelé LAB-MoB, breveté par Paolo Dionisi Vici en partenariat avec l'ingénieur Stefano Lucchetti[1]) permet d'alimenter les capteurs, d'enregistrer les signaux sortants, de les diffuser à l'extérieur de la vitrine par le biais d'une connexion *bluetooth* sécurisée, le tout avec une autonomie supérieure à un an. Il permet de mettre en place un suivi régulier des équipements

Figure 1. Les systèmes appliqués en correspondance de la face arrière de la *Joconde*: les capteurs de force aux extrémités de la traverse supérieure et la traverse en aluminium portant les capteurs de déformation et les appareillages de conditionnement, d'enregistrement et de transmission des données. © photo L. Uzielli.

et des conditions de conservation, avec possibilité d'intervention rapide sans avoir besoin d'attendre les ouvertures programmées de la vitrine.

Les capteurs déformométriques et le système LAB-MoB sont installés sur une traverse en aluminium vissée sur le châssis-cadre, les cellules de force dans une des traverses en bois (figure 1).

Cas II. La configuration « *Couronnement d'épines* »

Le Couronnement d'épines *(vers 1560) anonyme, conservé dans l'église Saint-Didier, en Avignon*

On évoque brièvement un système analogue à celui de la *Joconde*, installé au revers du *Couronnement d'épines*. Ce panneau de peuplier est constitué de trois planches très nettement courbées en raison de l'histoire climatique de l'église Saint-Didier (Avignon), son lieu de conservation depuis plusieurs siècles.

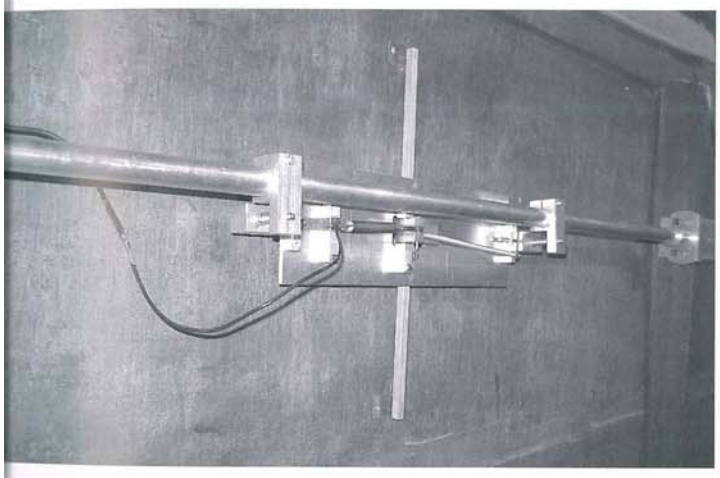


Figure 2. Le système du *Couronnement d'épines*: installation au revers du panneau et fixation sur les traverses. © photo J. Colmars.

Les analogies entre les deux systèmes sont nombreuses: il s'agit encore d'une mesure de flèche par simple contact et l'appareillage est fixé sur les éléments d'assemblage (ici, les traverses), évitant un lien direct avec le panneau. Quelques adaptations concernant les solutions technologiques sont intéressantes à préciser, toujours dans l'idée de généraliser l'utilisation de tels systèmes: le montage d'Avignon se libère des incertitudes liées à la touche sphérique du cas *Joconde*, en la remplaçant par un renvoi coudé et un guidage rectiligne de la touche de mesure. Les mouvements de ce panneau, beaucoup plus grand et plus exposé aux variations climatiques, sont nettement plus importants que ceux de la *Joconde*: l'ensemble est posé sur un balancier assurant le contact permanent entre la chaîne de mesure et le panneau (figure 2).

Cas III. La configuration « Daddi »

La Madonna con Bambino e Santi *(1347) de Bernardo Daddi, conservée en l'église d'Orsanmichele, Florence*

Comme pour la *Joconde*, il a fallu tenir compte dans la conception du peu d'espace disponible. En effet, ce tableau est exposé dans la niche (grande mais peu profonde) de la petite chapelle en marbre construite par Andrea Orcagna dans l'église d'Orsanmichele, à Florence.

Le contrôle continu de ce tableau a été réalisé dans le but de recueillir des informations utiles aux décisions futures de restauration du support en bois. Celui-ci est constitué de six planches de peuplier parallèles, juxtaposées et collées bord à bord (figure 3). Dans le passé, les variations climatiques ont plusieurs fois induit des mouvements provoquant la rupture d'une partie de ces collages, ainsi que l'apparition de fissures dans certaines planches. Au cours de la restaura-

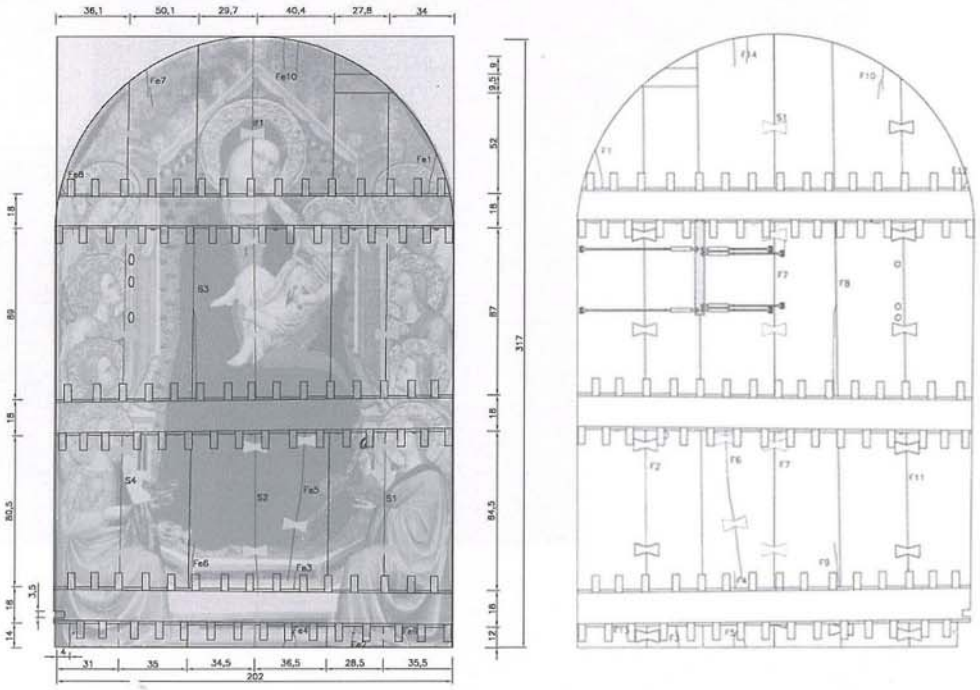
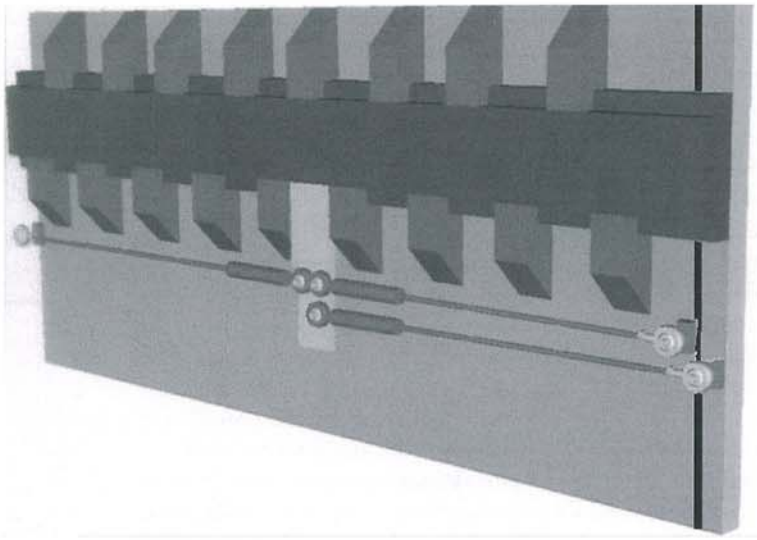


Figure 3. Le système du Daddi: schéma de la face avant et de la face arrière. © dessin F. Ciattini.

Figure 4. Le système du « Daddi » : positionnement des capteurs sur le panneau. © dessin P. Dionisi Vici.



tion de 1998-1999, sur la base des recommandations exprimées par la restauratrice, Muriel Vervat, et notre collègue, le professeur Marco Fioravanti, il a été décidé de ne pas recoller toutes les planches, afin d'éviter que les mouvements futurs ne produisent des contraintes susceptibles d'endommager soit le bois, soit la couche picturale. Ainsi la partie principale de l'ensemble (202 x 317 cm) a été remontée en deux parties distinctes, laissant une grande fissure centrale ouverte ; le positionnement relatif des deux parties est assuré par trois traverses coulissantes qui, à l'occasion d'une intervention précédente, avaient remplacé les traverses originales clouées. Le système de contrôle continu mis en place comme indiqué dans la figure 4 mesure soit les variations dimensionnelles des planches selon leur largeur, soit l'écart entre les deux moitiés du support, c'est-à-dire l'ouverture de la fissure. Afin d'évaluer l'influence des frottements au niveau des traverses, deux mesures sont effectuées, l'une à proximité et l'autre loin d'une traverse ; le système complet est ainsi constitué de deux groupes de trois capteurs chacun.

Cas IV. La configuration « Giotto »

La Maestà di Ognissanti *(1300-1303) de Giotto, conservée à la galerie des Offices, à Florence*

Le système (installé durant les années 1990) utilisait deux tiges en métal fixées de manière rigide au panneau de peuplier. Deux capteurs parallèles entre eux, placés à une distance donnée du panneau et articulés à l'aide de rotules sur les deux tiges, mesuraient l'écartement entre ces dernières. Des relations géométriques simples, basées sur l'hypothèse d'une faible courbure, et la connaissance de la géométrie de départ permettaient d'extrapoler soit le retrait-gonflement de la surface peinte ou du revers, soit la variation de la flèche [Uzielli, 1992].

La solution adoptée pour la fixation des tiges sur le support (une seule vis à bois coaxiale avec la tige) était rendue possible par l'épaisseur importante du panneau, environ 35 mm. Il faut préciser qu'un jeu au niveau des vis induisait une erreur systématique dans les données et que cette solution a été abandonnée.

Pour cette raison, dans les applications suivantes basées sur cette configuration, les tiges furent fixées de manière rigide sur des disques d'environ 20 mm, eux-mêmes fixés sur le panneau par des vis à bois de petites dimensions en acier inoxydable, en prenant bien évidemment garde à ne pas trop approcher la couche picturale. Actuellement, cette configuration a été mise en œuvre soit sur le *Triptyque de saint Pierre*

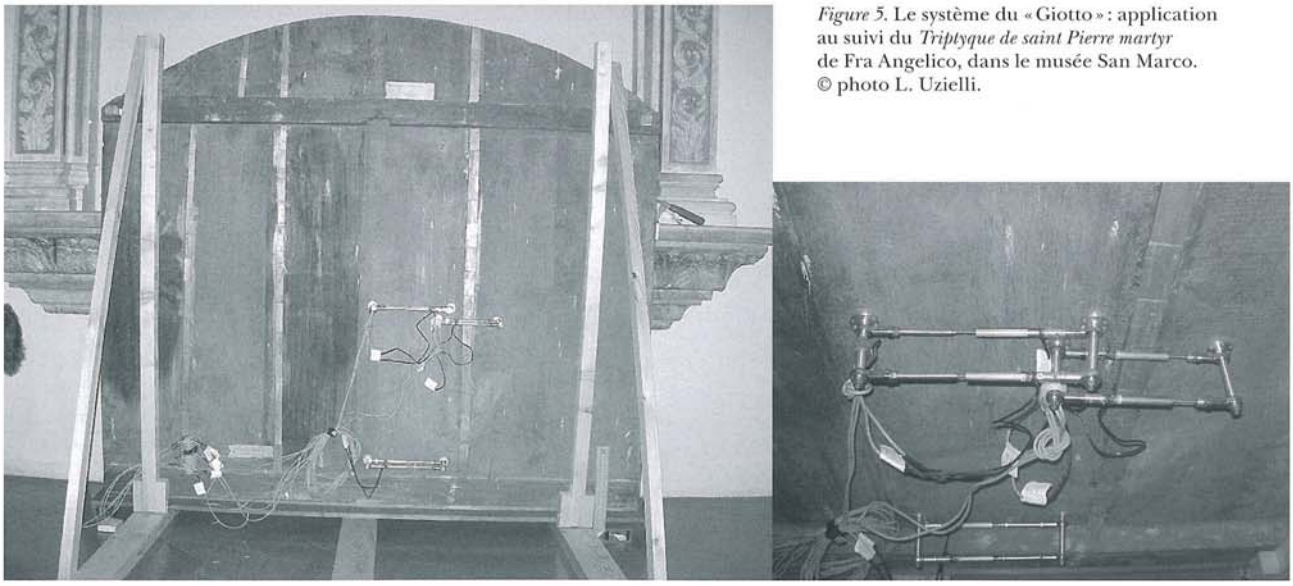
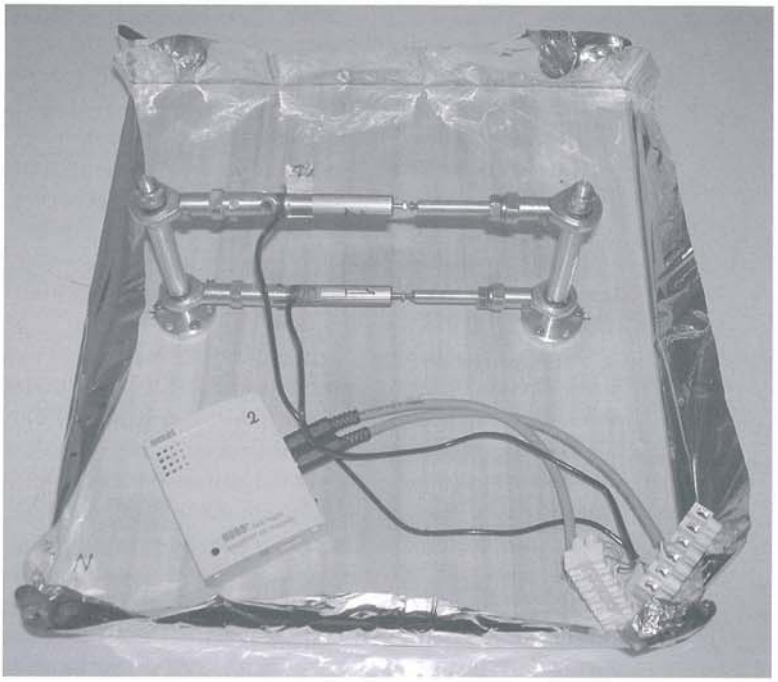


Figure 5. Le système du « Giotto » : application au suivi du *Triptyque de saint Pierre martyr* de Fra Angelico, dans le musée San Marco. © photo L. Uzielli.

martyr de Fra Angelico, un panneau de peuplier d'importantes dimensions (1 517 mm de haut x 1 711 mm) conservé au musée San Marco de Florence (figure 5), soit sur des planches « simulacres » de peuplier (figure 6), dont on peut étudier le comportement dans la salle même du musée ou dans les enceintes climatiques du laboratoire du DISTAF.

Figure 6. Le système du « Giotto » : application au suivi d'un simulacre, placé tantôt dans le musée San Marco, tantôt dans les enceintes climatiques de DISTAF. © photo I. Bucciardini.



Cas V. La configuration « Méduse »

La **Méduse** *de Caravage, peinte sur un bouclier en bois (1598), conservée à la galerie des Offices, à Florence*

Le « Kit déformométrique » peut être appliqué à des objets en bois présentant une géométrie particulière. En 2001 une analyse de la structure du bouclier de la *Méduse* de Caravage a permis d'en analyser la structure et de reconstituer le mode opératoire employé pour la fabrication de ce type d'objet [Dionisi Vici, 2002 ; Uzielli, 2008].

Il s'agit d'un bouclier en bois ayant la forme d'une calotte sphérique d'environ 58 cm de diamètre avec une flèche centrale de 15 cm, constitué de deux couches de lamelles de bois de peuplier, épaisses de 7 mm, fusiformes, thermoformées pour leur donner une double courbure (figure 7). Les deux couches sont collées entre elles avec le fil du bois perpendiculaire (un véritable contreplaqué courbé *ante litteram*).

Dans cette structure ayant forme de coupole, les tensions générées par les variations hygrométriques ont des conséquences notables en termes de déformations, notamment permanentes. En effet, aujourd'hui le bouclier se présente déformé en forme de carapace, et son périmètre elliptique n'est pas plan, contrairement à ce qui était probablement le cas au moment de sa fabrication.

Un « Kit déformométrique » a été conçu et fabriqué dans le but de caractériser ces comportements en déformation ; ce « Kit » permet l'enregistrement des variations de deux diamètres perpendiculaires, le plus grand et le plus petit. Cette géométrie de mesure peut être utilisée dans la salle du musée, pendant l'exposition au public.

Pour des motifs contingents ce « Kit » n'a pu être utilisé par le bouclier de la *Méduse* pour lequel il avait été initiale-

Figure 7. La structure du support du bouclier de la *Méduse* de Caravage. © dessin P. Dionisi Vici.

ment conçu ; il a été malgré tout utilisé avec un bouclier semblable, dans le musée Bardini de Florence (figure 8.**I**).

Cas V. *Les Filles de l'empereur Ferdinand Ier* - Système de mesure haute résolution pour les variations de poids

Les Filles de l'empereur Ferdinand Ier,
de Jacob Seisenegger, conservé au château du Buonconsiglio, à Trente

Texte issu d'un travail en collaboration avec O. Allegretti (CNR-IVALSA) [Dionisi Vici, 2007].

Pour un objet en bois, les variations de masse dues aux fluctuations microclimatiques constituent l'un des points les plus importants pour la phase de modélisation. En effet, du fait des caractéristiques non linéaires de la réponse à ces fluctuations, le lien entre les variations de masse et le comportement mécanique est particulièrement complexe. Les fluctuations microclimatiques sont susceptibles d'engendrer à court terme des contraintes et des mouvements mesurables, tandis que les variations de masse, intégrant tout le volume de l'objet, sont amorties par la lenteur des phénomènes de diffusion. On comprend donc tout l'intérêt qu'il y a développer des systèmes permettant d'acquérir en parallèle des données sur les variations de masse et les réactions mécaniques.

Les équipements habituellement proposés pour la mesure des variations de masse avec les niveaux de précision requis sont très coûteux. Quel que soit le système de mesure, on cherche un compromis entre une plage de mesure couvrant l'ensemble des valeurs à mesurer et une résolution suffisamment fine pour caractériser les phénomènes étudiés. Plus la gamme de mesures a besoin d'être élargie, plus on perd en résolution.

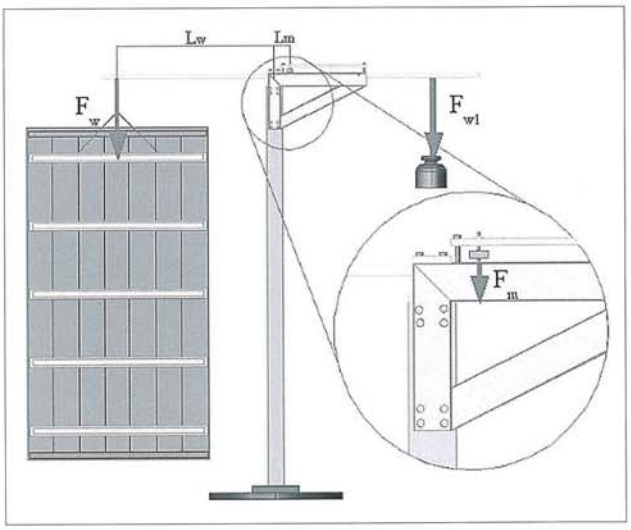
Quand l'objet à mesurer comprend également des parties non ligneuses, celles-ci ne jouent pas de rôle dans la variation de masse mais s'ajoutent au poids total, obligeant à surdimensionner et donc à perdre de la résolution.

Afin d'augmenter la résolution du système de pesée, nous avons fait appel au principe de base suivant : le capteur étant déchargé du poids initial de l'objet, au moyen d'une balance à deux bras et d'un contrepoids, il ne mesure plus que les variations de ce poids. On peut alors utiliser des capteurs de force beaucoup plus sensibles.

La figure 9 représente un prototype réalisé pour la mesure des variations de masse en enceinte climatique contrôlée, sur ce panneau peint de grandes dimensions, objet d'une étude en cours au CNR-Ivalsa de San Michele all'Adige.

Pour le bon fonctionnement du système, toute friction freinant le mouvement du bras de la balance doit être éliminée par un parfait usinage du « couteau » de suspension.

Figure 9. Schéma du système de pesée à haute résolution utilisé pour le panneau peint *Les Filles de l'empereur Ferdinand Ier*. © dessin P. Dionisi Vici.



Conclusion

Nous avons baptisé « kit déformométrique » les combinaisons de capteur(s) de déformation et d'appareils d'enregistrement, que nous avons conçus et appliqués pour le contrôle continu de panneaux peints et d'autres œuvres d'art en bois ; ce nom étant très général, les combinaisons peuvent être de plusieurs types, dont certaines sont décrites ci-dessus.

Du fait de sa simplicité et sa polyvalence, une fois les éléments de fixation conçus et mis en place pour une œuvre donnée, les données peuvent être téléchargées par un personnel non scientifique. Le « kit » peut donc être utilisé par un conservateur de musée pour évaluer qualitativement la sensibilité d'un tableau aux variations microclimatiques qu'il subit en pratique, et/ou par un scientifique pour analyser de manière approfondie les interactions entre le climat et le support en bois.

Le « kit déformométrique » a été conçu pour être utilisé sur des panneaux en bois. Il peut toutefois servir à l'acquisition à long terme de la déformation de toutes sortes d'objets – par exemple, des charpentes de monuments historiques. Il peut être utilisé dans plusieurs configurations, à décider en fonction des objectifs de la mesure. Certains des cas cités dans cet article en sont des exemples. Les détails pratiques sont bien entendu liés à la situation des appareils disponibles sur le marché à un moment donné ; l'évolution technologique va certainement permettre des solutions de plus en plus efficaces, mais nous avons quand même considéré utile d'offrir au lecteur les fruits de notre expérience, aussi limitée et transitoire soit-elle.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement les nombreux amis et collègues qui ont collaboré aux travaux décrits dans cet article, notamment:

– professeur Marco Fioravanti et professeur Marco Togni, DISTAF;

– Ornella Casazza, directeur du Museo degli Argenti, Florence;

– Magnolia Scudieri, directeur du Museo di San Marco, Florence;

– Antonella Nesi, directeur du Museo Bardini, Florence.

– Muriel Vervat, restauratrice du tableau de Bernardo Daddi;

– Ilaria Bucciardini, à l'époque étudiante, travaillant sur les monitorages à San Marco;

– Ottaviano Allegretti, ancien doctorant au DISTAF et à présent chercheur à l'IVALSA;

– Lorenzo Vedovato, ébéniste au DISTAF;

– Alfredo Canacci, constructeur des appareils utilisés sur la *Joconde*.

Un remerciement spécial pour Joseph Gril, directeur de recherche au CNRS, pour sa relecture critique du texte.

Note

1. Wireless apparatus for remote monitoring of e.g. art objects and, in general, of inaccessible objects of any kind, http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=GR1005621&F=0

Références bibliographiques

Dionisi Vici P., Fioravanti M., Uzielli L., 2002, La struttura lignea dello scudo, *in Lo Scudo della Medusa restaurato*, Retablo Ed., Roma.

Dionisi Vici P., Allegretti O., 2007, Metodologie di analisi di variazione di massa su manufatti lignei posti in ambienti a clima variabile: rilevanza diagnostica e problematiche legate alla misurazione in situ, PRIN2003, La Diagnostica e la Conservazione di Manufatti Lignei, Nardini Ed., Firenze.

Uzielli L., Fioravanti M., Casazza O., Perucca G., 1992, *A technique for double-sided monitoring the deformations of the wooden supports of panel paintings: the experience of Giotto's « Maestà di Ognissanti »*, Proc. 3rd Intern. Conference « ART'92 », Viterbo, Ed. BetaGamma, vol. 1, p. 500-514.

Uzielli L., Dionisi Vici P., Gril J., 2006, Un panneau de peuplier: caractérisation physico-mécanique du panneau, *Au cœur de la Joconde*, Mohen J.-P., Menu M., Mottin B. (eds), éd. Gallimard.

Uzielli L., Cardinali E., Dionisi Vici P., Fioravanti M., Salvioli N., 2008, *Structure, mock-up model and environment-induced deformations of Italian laminated wood parade shields from the 16th century*, Proceedings of COST IE0601 International Conference on « Wood Science for preservation of Cultural Heritage: mechanical and biological factors », Braga, 5-7 Nov. 2008, (sous presse).

La nature de toute technè est de s'appliquer à la genèse d'une œuvre, d'en rechercher la technologie et la théorie parmi les choses réalisables, et d'en trouver le principe dans la personne qui la fait naître et non dans l'œuvre elle-même.

Aristote. *Éthique à Nicomaque* (Livre VI, chapitre IV, 4)

CENTRE DE RECHERCHE ET DE RESTAURATION DES MUSÉES DE FRANCE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère Culture Communication

Prix : € 25
ISSN 1254-7867
ISBN 978-2-7118-5521-6
LT 00 5521

9 782711 855216