



C. E. N. G. Photo Documentation.

Antenne mairie de Grenoble, parquets du XVIII^e siècle de J. F. Hache, traités.

APPLICATION DES TECHNIQUES DE POLYMÉRISATION AU TRAITEMENT DES OBJETS EN BOIS ⁽¹⁾

par B. DETANGER, R. RAMIERE, C. de TASSIGNY,
R. EYMERY, L. de NADAILLAC,

Ingénieurs au Centre d'Etudes nucléaires de Grenoble.

(1) Communication présentée à l'« International Conference on Application of Nuclear Methods in the field of Work of Art » (Venise 24-26 mai 1973), publiée avec la

bienveillante autorisation du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble.

SUMMARY

THE TREATMENT OF WOODEN OBJECTS

Gamma-ray irradiation destroys insects and fungi which attack wooden objects, without modifying their outward appearance; the treatment is simply curative. If the wood is impregnated with a polymerisable liquid, the transformation of the liquid into resin under gamma radiation consolidates the wood. The authors have studied the monomers to be used to obtain best results in various cases of objects which have been affected in varying degrees by insects or fungi.

RESUMEN

TRATAMIENTO DE OBJETOS DE MADERA

La irradiación por rayos Gamma permite la destrucción de los insectos y hongos que atacan los objetos de madera, sin por ello modificar su aspecto exterior. El tratamiento es de tipo curativo, sencillamente. Por otra parte, si se impregna la madera mediante un líquido polimerizable, la transformación del líquido en resina debido a la irradiación Gamma, consolida la madera. Los autores han estudiado los monómeros que cabe utilizar para obtener los mejores resultados en los diversos casos (objetos más o menos alterados).

L'IRRADIATION APORTE UNE SOLUTION SIMULTANÉE A DEUX PROBLÈMES

Les techniques de conservation d'une œuvre de grande valeur sont coûteuses et réclament des travaux de longue durée; mais un grand nombre d'objets anciens sans être des chefs d'œuvre, représentent néanmoins la base de notre patrimoine culturel. C'est dans le domaine d'un traitement de masse rapide et d'un coût raisonnable que la Section d'Application des Radioéléments du Commissariat

à l'Énergie Atomique a contribué à la mise au point de méthodes de conservation et consolidation du bois. L'irradiation gamma apporte en effet une solution à deux aspects de la dégradation du bois: elle permet la destruction des insectes, bactéries, parasites divers, mais aussi la consolidation du bois par polymérisation d'une résine introduite au préalable.

LA DESTRUCTION DES INSECTES ET CHAMPIGNONS EST CARACTÉRISÉE PAR LA DOSE LÉTALE

Les radioéléments tels que ^{137}Cs ou ^{60}Co émettent un rayonnement gamma très pénétrant qui rappelle, ne crée pas de radioactivité au sein de l'objet qu'il a traversé. Les insectes sont moins sensibles aux rayonnements que les êtres vivants plus évolués tels que les vertébrés, mais plus que les microorganismes. Leur destruction biologique est définie par la dose létale, quantité d'énergie nécessaire pour les tuer, mais il suffit d'une dose de stérilisation pour empêcher la survie d'une colonie d'insectes: c'est ainsi que 25 krad détruisent les larves, empêchent l'éclosion des œufs et stérilisent les adultes de la plupart des insectes. Nous avons vérifié expérimentalement sur des insectes ces données généralement admises et sur des champignons avec la collaboration du Centre de Recherches sur la Conservation des documents Graphiques (M^{me} FLEIDER). Pour les insectes les doses létales étaient de 11 krad pour les pupes de mouches, 20 krad pour des charançons et 30 krad pour des termites. Les champignons tels que la Méricure étaient détruits par 250 krad, et les moisissures les plus résistantes par 1,8 Mrad.

Nous avons réalisé dans le cadre du programme NUCLEART un traitement de destruction d'insectes.

Ce traitement par irradiation gamma est simplement curatif, sans préjudice d'une contamination future par d'autres colonies d'insectes.

Nous l'avons appliqué à des poteaux de bois avant leur installation dans un musée: 20 poteaux funéraires en provenance du nord de l'Australie ont ainsi été stérilisés à la demande du Musée d'Art Océanien et Africain de Paris.

Le poteau le plus important mesurait 3,60 m pour un diamètre de 30 cm.

La dose maximale de 40 krad qu'il a reçue a été délivrée en 2 h 30 mn par une source de $^{60,000}\text{Ci}$ de ^{60}Co .

Lors du traitement ces objets n'ont subi aucune variation dans la coloration de leur revêtement pictural.

Un tel traitement n'empêche pas l'objet irradié d'être envahi de nouveau dans un délai qui peut dépendre de ses conditions de stockage et d'ambiance biologique. Des traitements réguliers peuvent

donc s'avérer indispensables mais à condition de définir la dose maximale que peuvent recevoir les bois et leurs revêtements sans dégradation.

Nous avons étudié le seuil de dégradation du bois par irradiation gamma en collaboration avec le Musée des Arts et Traditions Populaires (M. DELCROIX). Ces recherches ont montré qu'une dose de 5 Mrad n'avait aucune incidence pratique sur les propriétés physiques du bois et que des modifications d'aspect extrêmement faibles apparaissaient pour des doses au moins égales à 100 Mrad.

Ces résultats montrent donc l'innocuité de 100 traitements répétitifs de 50 krad.

En conclusion, la désinsectisation par irradiation

sous rayonnement gamma est une méthode rapide et efficace.

Elle évite d'introduire un agent chimique susceptible d'être toxique et d'altérer la structure ou les revêtements du bois. Les doses nécessaires à la destruction des insectes (50 krad) ne provoquent pas d'altération physique ou chimique du bois. En raison de la grande pénétration du rayonnement gamma le traitement peut s'effectuer à l'intérieur même de l'emballage de transport.

Cette méthode pourrait ainsi permettre de réduire les frais de sauvegarde des collections de musées ethnographiques par un traitement systématique, équivalent à une quarantaine, de désinsectisation des lots d'objets nouveaux.

CONSOLIDATION DE BOIS SECS

Cette technique comprend deux étapes distinctes : une imprégnation du bois par un liquide polymérisable, le monomère, suivie de la polymérisation de ce composé sous rayonnement gamma. La mise au point de ce processus est conduite avec le souci constant de conserver l'objet : c'est-à-dire le consolider tout en préservant les qualités esthétiques.

Quels sont les avantages de la polymérisation par irradiation sur la polymérisation chimique ?

Les avantages du traitement des bois par imprégnation et irradiation gamma résultent d'un contrôle facile de chaque étape du procédé car le monomère d'imprégnation est sans initiateur ni catalyseur :

- l'imprégnation n'est pas limitée par le temps ;
- l'imprégnation achevée, l'excès de monomère est récupérable dans sa cuve de stockage ;
- la vitesse de polymérisation, donc la température interne est maîtrisable par la distance source gamma-objet ;
- de plus, la dose de polymérisation des monomères les plus courants étant de 2 Mrad entraîne pratiquement la stérilisation interne des objets, limitant ainsi les risques d'actions ultérieures de champignons ou bactéries.

Traitement d'un parquet.

Voici un exemple de traitement d'un bois sec non atteint par la dégradation des insectes.

Le choix du monomère a été fortement influencé par son coût. Nos premiers essais ont porté sur l'utilisation du méthacrylate de méthyle dont le polymère (Plexiglass) est bien connu.



Photo n° 2.

*Statue du XVII^e ou du XVIII^e siècle
traitée au styrène-polyester.*

C. E. N. G. Photo Documentation.

Nous avons été amenés à réaliser la transformation en bois-plastique d'un parquet attribué à un ébéniste grenoblois du XVIII^e siècle, J-F. HACHE (photographie de la p. 59).

Installé dans l'ancienne mairie de Grenoble, ce parquet y a été foulé durant plus d'un siècle ; l'épaisseur de la mosaïque étant passée aux endroits les plus atteints de 9 mm à 3 mm, nous avons pu en ralentir l'usure à temps.

Ce parquet représente 4.500 kg après traitement, de bois très divers assemblés sous forme de 600 panneaux carrés de 45 cm de côté.

Chaque élément est constitué par une mosaïque de quelques millimètres d'épaisseur sur un support résineux. L'assemblage complet représente une surface de 155 m².

Voici donc l'exemple de la consolidation d'un bois relativement sain qui a permis d'en sauvegarder l'aspect extérieur.

Mais les résultats escomptés sur des bois très atteints, creusés de nombreuses galeries d'insectes n'ont pas répondu à notre attente. La tension de vapeur trop élevée du méthacrylate de méthyle et sa viscosité trop faible entraînent pendant la polymérisation un drainage des parties les plus poreuses et les plus fragiles, aboutissant paradoxalement au renforcement des parties les plus solides au détriment des cavités. De plus le méthacrylate de méthyle est un bon solvant des polychromies.

Traitement d'un objet très altéré.

Nous nous sommes orientés vers l'utilisation d'un mélange de styrène et polyester assez fluide pour donner une bonne pénétration, mais avec une tension de vapeur beaucoup plus faible que celle du méthacrylate de méthyle. Les résultats obtenus sur des bois très altérés ont été excellents par la résistance accrue de l'ensemble bois-polymère, l'arrêt de toute attaque biologique et l'aspect naturel du revêtement de surface.

La photo n° 2 représente une statue du XVII^e ou XVIII^e siècle de provenance inconnue traitée au styrène-polyester.

Nous avons utilisé les mêmes conditions de traitement que lors de l'imprégnation de la pierre.

Cette statue a été consolidée avec un gain de 137 % en poids et l'aspect extérieur a été parfaitement respecté.

Mais ce type de mélange présente aussi plusieurs inconvénients : il solubilise certaines polychromies, et son introduction dans l'objet est difficilement réversible. Ces résultats nous ont donc conduits à essayer de définir les caractéristiques idéales que doivent posséder un monomère et son produit de polymérisation.

Les propriétés du monomère.

— Sa viscosité de 10 à 50 centipoises doit être faible pour permettre une pénétration rapide au cœur de l'objet.

— Il ne doit pas attaquer les constituants des polychromies, ni faire gonfler la couche picturale.

— Sa température d'ébullition doit être assez élevée pour éviter le drainage des monomères trop volatils.

— Son prix doit être suffisamment bas pour permettre un traitement de masse.

Les propriétés du Polymère ou du combiné « Bois-Polymère » doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

— La dose de polymérisation, suffisante pour assurer la stérilisation ne doit pas dépasser 2 à 3 Mrad.

— L'insensibilité à l'eau du polymère doit être vérifiée dans des conditions variables d'humidité et température.

— La « réversibilité » de l'introduction du polymère doit être assurée par un solvant inoffensif pour les revêtements du bois.

— Sa résistance mécanique doit permettre la consolidation d'un bois très atteint.

— Une certaine souplesse doit aussi lui permettre d'atténuer les conséquences des chocs thermiques.

— Les variations dimensionnelles lors du traitement doivent être de l'ordre du % : elles sont sans doute provoquées par le séchage sous vide, mais elles restent inférieures aux variations naturelles dues aux changements de la température et du degré hygrométrique de l'air ambiant.

— Ses propriétés optiques doivent le rendre transparent et incolore, inerte aux ultraviolets.

— Enfin, le vieillissement ne doit pas altérer ses propriétés optiques et mécaniques.

Etude des monomères et de leurs mélanges.

A partir de ces critères nous avons entrepris une étude systématique des monomères et de leurs mélanges qui a permis de cerner des familles aux fonctions organiques précises polymérisables par rayonnement gamma, ce monomère ou mélange de monomères doit être thermoplastique c'est-à-dire choisi parmi les oléfines, oléfines chlorées, séries cellulósiques, vinyliques ou acryliques, ou encore parmi les dérivés du styrène.

Nous avons mis au point de tels mélanges qui actuellement répondent favorablement à la plupart des propriétés requises. Des tests sont en cours pour vérifier la tenue des polychromies aux monomères et le vieillissement des polymères.