

ARC-Nucléart

Rapport d'activité 2006-2008



ATELIER
RÉGIONAL DE
CONSERVATION

nucle^{ART}

ARC-Nucléart

Rapport d'activité 2006-2008

SOMMAIRE

Avant-propos	5
L'équipe	8
Les installations et les équipements	9
Les missions d'ARC-Nucléart	12
CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE	13
Collections archéologiques	14
Collections en cours ou terminées	15
Collections en attente	57
Objets en bois sec et matériaux divers	58
Concours pour la sauvegarde des biens culturels des communes de France	84
RECHERCHE ET VALORISATION	97
Recherches pour la conservation du patrimoine	98
Valorisation industrielle	108
FORMATION ET ENSEIGNEMENT	109
Publications	113
INFORMATION ET COMMUNICATION	115

ATELIER RÉGIONAL DE CONSERVATION NUCLÉART

CEA GRENOBLE

17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble cedex 9

téléphone : 04 38 78 35 52 - télécopie : 04 38 78 50 89

site Internet : <http://www.arc-nucleart.fr>

Couvertures :

1. La "couzonnaire" de Lyon Saint-Georges en cours de remontage partiel. Photo : Patrick Avavian.

4. Détail du dos d'une statue de sainte Catherine datant du XVI^e siècle (Rossillon, Ain). Photo : Christophe Terpent / ARC-Nucléart.



L'affût de canon du *Stirling Castel*, XVII^e siècle (Maritime Museum, Ramsgate) lors de son arrivée à ARC-Nucléart.



La pompe à incendie de la commune de La Rivière (Isère) après restauration.

Après 3 ans d'interruption consacrés à la réalisation du livre *Sauvé des eaux* retraçant les quarante ans d'activité de l'atelier pour la conservation des vestiges archéologiques gorgés d'eau, je suis fière de vous présenter une nouvelle édition du rapport d'activité d'ARC-Nucléart, couvrant la période 2006-2008.

Ce document témoigne de la très grande vitalité de l'atelier et de son activité au service de la conservation et de la restauration des objets du patrimoine en matériaux organiques, pour les collections archéologiques et historiques. Ce travail exemplaire s'appuie sur la compétence et l'expérience d'une équipe au meilleur niveau international qui se renouvelle régulièrement en maintenant et complétant constamment ses acquis.

Je souhaite remercier les partenaires du GIPC qui soutiennent cette expérience unique au fil des années et permettent ainsi d'offrir au monde culturel l'accès à des outils au meilleur niveau scientifique. Tous ensemble, nous voulons permettre que se poursuive cette collaboration fructueuse entre Science et Patrimoine.

Et maintenant, je vous souhaite une bonne lecture.

Éliane Giraud
Présidente du GIPC ARC-Nucléart
Conseillère déléguée à la région Rhône-Alpes

SAUVÉ DES EAUX

LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE EN BOIS
HISTOIRES DE FOUILLES ET DE RESTAURATIONS



ARC-nucle_{ART}

AVANT-PROPOS

Depuis 1994, ARC-Nucléart publie chaque année un rapport dressant le bilan de son activité en conservation-restauration des collections et en recherche, tant pour le patrimoine culturel que dans le domaine industriel. De 2006 à 2008, les efforts du laboratoire ayant porté sur la préparation et l'édition d'un important ouvrage consacré à plus de trente-cinq ans d'activité, il a été décidé de reporter la publication des rapports annuels. C'est donc le bilan du travail effectué ces trois dernières années qui est présenté aujourd'hui.

Le livre *Sauvé des eaux*, paru en septembre 2007 pour le dixième anniversaire de la création du groupement d'intérêt public culturel ARC-Nucléart, est un ouvrage de 250 pages illustrées de quelques 400 photographies, réalisé avec la contribution de nombreux scientifiques, archéologues et conservateurs, ainsi que celle de l'équipe du laboratoire (restaurateurs, conservateur, ingénieurs et techniciens). Son édition a bénéficié d'un soutien financier de la DRAC et de la région Rhône-Alpes. Destiné aux professionnels comme au grand public, il raconte l'histoire de l'archéologie sub-aquatique et sous-marine, et celle de la conservation des vestiges archéologiques en matériaux organiques. Il présente également les fouilles menées sur une dizaine de chantiers archéologiques importants et emblématiques, ainsi que les opérations qui ont permis la conservation des vestiges mis au jour.

Cette opération de communication scientifique a été complétée par la réalisation, grâce à un mécénat de la Fondation Banque Populaire, d'une exposition itinérante destinée à valoriser les savoir-faire d'ARC-Nucléart, et par les actions habituelles de conférences, de formations diverses et d'accueil de public, en particulier pour les Journées européennes du Patrimoine.

L'activité de l'atelier est orientée majoritairement vers le patrimoine archéologique, mais le domaine dit du "bois sec" s'est largement développé ces dernières années, tourné vers les objets historiques ou ethnographiques – en particulier la statuaire polychromée – en lien avec l'opération "Sauvez le patrimoine de votre commune". Créé en 2002, au titre de mécénat, par le CEA, en partenariat avec l'Association des maires de France, ce concours permet à ARC-Nucléart d'offrir aux communes sélectionnées la conservation-restauration d'une œuvre de leur patrimoine culturel.

Le besoin de répondre à des sollicitations toujours plus variées de la part des responsables des collections a conduit ARC-Nucléart à proposer une offre globale en conservation-restauration la plus large possible, avec la mise en œuvre de nouveaux moyens de traitement et d'analyse. Des réponses sont apportées, quand cela est possible, grâce à des investissements internes effectués avec l'aide de nos partenaires (extension des cuves de traitement, lyophilisateur de grand volume, spectromètre IRTF financé par la région Rhône-Alpes, installation d'anoxie,...) ou par des collaborations externes avec d'autres acteurs du domaine de la conservation. C'est le cas avec le CRÉAM (Vienne) pour les demandes liées à la conservation préventive ou le C2RMF pour l'analyse des polychromies, et avec des laboratoires du CEA-Grenoble pour la microscopie à balayage et la radiographie X.

La préservation de l'environnement est également une de nos préoccupations : les résines polyéthylène glycol sont maintenant recyclées après nettoyage, de nouveaux traitements utilisant moins de résine sont développés ; prochainement un procédé trop consommateur en résine et en acétone va également être abandonné. De même, de nouveaux produits, plus naturels, sont en cours de développement comme des biocides et des formulations innovantes de résines de consolidation.

LES COLLECTIONS ARCHÉOLOGIQUES

Plusieurs embarcations ont été traitées et restaurées au cours de ces dernières années. Certaines ont été restituées aux collectivités propriétaires : les pirogues de Drefféac, Gueugnon, Sanguinet, de même que les cinq barques antiques de Toulon.

De nombreux traitements étant terminés, l'activité est actuellement centrée sur la restauration des pièces de grandes dimensions : Lyon parc Saint-Georges (six embarcations), Charavines (une pirogue), et des collections aux objets multiples et variés : Charavines, Pineuilh et Saint-Malo en particulier. La plus grosse opération de remontage d'une embarcation jamais réalisée par ARC-Nucléart a commencé fin 2008 – celle de la barque du XVIII^e siècle de Lyon Saint-Georges dite "la couzonnaire" – et se poursuivra tout au long de 2009.

Enfin, signalons que des traitements sont en cours ou déjà terminés sur des pièces en provenance d'Italie, d'Angleterre et de Roumanie. Par ailleurs, à l'international, deux actions d'expertises sur des collections ont eu lieu au Mexique et en Chine.

LES COLLECTIONS EN "BOIS SEC"

Les trois dernières éditions du concours ont permis la sélection de douze œuvres du patrimoine des communes de France. Ce sont principalement des statues religieuses en bois polychromé, mais aussi une pompe à incendie et une chaise à porteurs. Ces pièces ont déjà, pour la moitié d'entre elles, été restituées après restauration.

Parallèlement au concours, ARC-Nucléart s'est vu confier plusieurs collections, directement par des musées ou par des communes, sous le contrôle des services des Monuments historiques.

Afin de compléter notre procédé traditionnel de désinsectisation par irradiation, nous avons mis en place une installation de traitement par anoxie. Par ailleurs, nous proposons des analyses de polychromie comme cela a été évoqué plus haut.

LA RECHERCHE

L'activité de recherche a été particulièrement soutenue ces trois dernières années en raison d'une actualité lourde. Sur le plan de la conservation du patrimoine archéologique, ARC-Nucléart travaille sur deux thèmes stratégiques :

- la désulfuration des bois contaminés par des produits soufrés qui est le sujet d'intérêt général pour la communauté scientifique internationale spécialisée dans la conservation des bois archéologiques. Ce problème crucial remet en cause les traitements utilisés depuis les années 1970 pour traiter les vestiges découverts en milieu sous-marin (projet PNR CC 2008).
- l'évolution de notre principal équipement d'imprégnation par brumisation.

De même, un effort d'innovation important a été réalisé par le laboratoire pour faire évoluer les protocoles de traitement, voire en développer de nouveaux. L'objectif général de ces études est de proposer des améliorations significatives en termes d'efficacité, de sécurité, de durée et de coût. Trois sujets importants ont été abordés pendant la période 2006-2008 :

- la formulation de nouvelles résines de consolidation plus hydrophobes que le PEG, donc moins sensibles à l'humidité de l'air pour traiter les bois archéologiques très dégradés (projet PNR CC 2007).
- l'évolution du procédé "Nucléart" afin d'en diminuer la durée et de limiter l'utilisation d'acétone.
- le développement d'un procédé original de désinsectisation en utilisant un vide partiel, plus efficace et plus rapide que l'anoxie dynamique.

Enfin dans le cadre de la diversification de notre activité, nous pouvons citer comme fait marquant, en 2008, le démarrage d'un projet européen de trois ans et demi dédié à la conservation des matériaux organiques de synthèse. Ce projet du 7^e PCRD, nommé POP'ART, nous associe, côté français, avec le CRCC et le C2RMF. Il permettra à l'atelier de se positionner avec les meilleurs experts européens dans le milieu de la conservation de l'art contemporain ; domaine pour lequel il y a une demande très forte en R&D pour développer de nouveaux traitements, adaptés à ces matériaux à la fois complexes et fragiles.

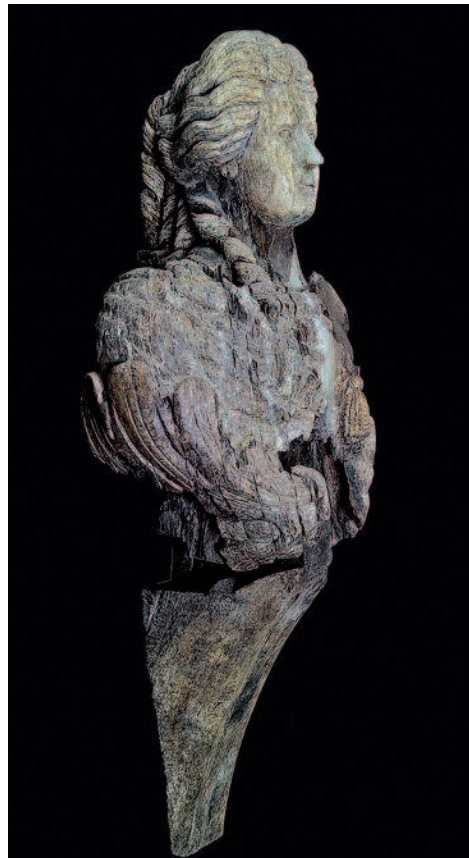
ARRIVÉES ET DÉPARTS

Les mouvements de personnel ont été nombreux en trois ans :

- départ de deux restaurateurs : Nébia Boumlil et Xavier Hiron, qui ont œuvré avec enthousiasme et compétence au sein de l'atelier durant de nombreuses années. Ils ont été remplacés par Sophie Fierro-Mircovich et Laure Meunier-Salinas.
- départ de Didier Bouix et arrivée de Lionel Blanc, techniciens supérieurs en mesures physiques au CEA.
- arrivée de Christophe Terpent, photographe mis à disposition par la Ville de Grenoble, en remplacement de Jean-François Lucas, à qui nous devons l'essentiel de notre fonds photographique.
- départ en retraite de Christian Chabuel, adjoint administratif et financier, remplacé par Jean Delépine, tous deux du CEA-Grenoble.
- départ de Jocelyne Tammone et arrivée de Corine Pantigny comme assistante, également du CEA-Grenoble

Nous adressons à tous un très grand merci pour leur dévouement dans l'accomplissement de notre mission au service du patrimoine.

Pierre Vaudaine
Directeur



La figure de proue
de Dunkerque
après restauration.

L'ÉQUIPE



L'équipe ARC-Nucléart réunie devant l'Atelier début décembre 2008.

Fin 2008, l'équipe d'ARC-Nucléart, sous la direction de Pierre VAUDAINÉ (a), ingénieur, directeur du GIPC, mis à disposition par le CEA, était constituée de :

Christophe ALBINO (q), technicien supérieur chimiste, mis à disposition par le CEA

Henri BERNARD-MAUGIRON (n), restaurateur diplômé de la MST, salarié du GIPC

Lionel BLANC (f), technicien en mesures physiques, mis à disposition par le CEA

Djamel BOUANIKA (e), technicien mécanicien, mis à disposition par la Ville de Grenoble

Loïc CAILLAT (l), assistant-ingénieur biologiste, mis à disposition par le ministère de la Culture et de la Communication

Sophie CHAMPDAVOINE (m), restauratrice diplômée de l'École de Tours, salariée du GIPC

Gilles CHAUMAT (s), ingénieur, adjoint scientifique et technique, coordonnateur des programmes de recherche, mis à disposition par le CEA

Magdeleine CLERMONT-JOLY (p), conservateur en chef du Patrimoine, directeur scientifique culturel, mise à disposition par le ministère de la Culture et de la Communication

Laurent CORTELLA (b), ingénieur en physique nucléaire, chef d'installation, mis à disposition par le CEA

Jean DELEPINE (h), adjoint administratif et financier, mis à disposition par le CEA

Sophie FIERRO-MIRCOVICH (k), restauratrice diplômée de la MST, salariée du GIPC

Stéphane GARRIVIER (j), technicien, salarié du GIPC (CDD)

Ursula MARIK (i), restauratrice diplômée de la MST, salariée du GIPC (CDD)

Laure MEUNIER-SALINAS (g), restauratrice diplômée de l'École de Tours, salariée du GIPC

Corine PANTIGNY (o), assistante de direction, mise à disposition par le CEA

Christophe TERPENT (d), photographe, mis à disposition par la Ville de Grenoble

Quoc Khoi TRAN (c), ingénieur chimiste, mis à disposition par le CEA

Valérie UZEL (r), restauratrice diplômée de la MST, intérimaire.

Entre 2006 et 2008, plusieurs membres de l'équipe ont quitté le laboratoire ; ils avaient participé à l'activité de ces années-là : Nébia BOUMLIL, Didier BOUIX, Christian CHABUEL, Xavier HIRON, Jean-François LUCAS, Jocelyne TAMMONE.

Pour réaliser certains travaux complémentaires, ARC-Nucléart a fait appel aux cours des trois dernières années à des collaborateurs extérieurs : Frédéric BARBET, Céline BATTANI, Céline BONNOT-DICONNE, Laurent GUILBERT, François GUIZOUARN, Marie HÉRAN, Alessandro INGOGLIA, Florence LELONG, Martha MADALENO et Sylvain PERRAUDAT.

LES INSTALLATIONS ET LES ÉQUIPEMENTS



Vue générale du nouveau lyophilisateur.

BÂTIMENTS

Quelques réaménagements, concernant essentiellement les petits locaux annexes, ont eu lieu au cours des trois dernières années :

- aménagement d'un local dans le bâtiment R2 pour préparer les solutions de PEG.
- réaménagement de l'ancien laboratoire photographique pour accueillir divers matériels.
- réaménagement d'un local de stockage sur la mezzanine de l'atelier de prise de vues.

Les travaux les plus importants ont concerné le réaménagement complet, en 2007, du local de quarantaine destiné au stockage avant désinsectisation (mise en place d'une porte sectionnelle isolée, d'un faux plafond isolant, d'une climatisation et humidification).

PROJET DE MODIFICATION DU GRAND BASSIN DE TRAITEMENT AU BÂTIMENT Z118

Pour anticiper des demandes de conservation d'embarcations de très grandes dimensions, nous avons étudié un concept d'extension modulaire des grandes installations d'imprégnation, qui permettrait de plus que doubler la capacité du bassin à l'aide d'une rehausse. Les difficultés rencontrées pour réaliser cet aménagement sont diverses. Doivent, bien sûr, être gérés l'encombrement de la rehausse, sa tenue mécanique, sa compatibilité chimique, ses performances thermiques, son imperméabilité, etc. ; et le tout à un prix raisonnable.

Il faut aussi redimensionner, par un travail de simulation numérique, les sources d'émission du brouillard par atomisation de la solution de PEG. Dans le cas d'un traitement dans cette installation agrandie, le séchage contrôlé se ferait, aussi, directement dans le bassin.

Enfin, nous envisageons de modifier le contrôle des fuites par un fonctionnement en légère dépression, et de gérer plus efficacement le rejet à l'extraction, tant d'un point de vue chimique que biologique.

INSTALLATIONS D'IMPRÉGNATION DE RÉSINE STYRÈNE-POLYESTER

Les installations dans lesquelles sont stockées et manipulées les résines liquides et les solvants nécessaires à l'imprégnation selon la méthode "Nucléart" sont des "installations classées pour la protection de l'environnement" (ICPE) du fait des grandes quantités de liquides inflammables en présence. Au cours des années 2007-2008, un nouveau projet d'arrêté d'autorisation, porté par le CEA, a été soumis à la préfecture.

Cela a donc été, pour l'atelier aussi, l'occasion de redéfinir les options de sûreté à retenir pour ces installations. En attendant d'éventuelles nouvelles spécifications, nous avons élaboré un dimensionnement des travaux à envisager dans ces locaux particulièrement sensibles.

Pour la partie "imprégnation bois sec" par vide/pression, les travaux pourraient être envisagés dès 2010. Ils porteraient essentiellement sur la réfection des toitures et des ouvertures du bâtiment, et sur l'aménagement d'une zone de dépotage.

Pour la partie "imprégnation des bois gorgés d'eau" par double échange osmotique, de nouveaux procédés sont aujourd'hui à l'étude qui pourraient permettre l'arrêt du procédé dans sa forme actuelle. Aujourd'hui, aucun nouveau traitement n'est lancé avant la fin des études de validation des procédés de substitution. Un des éléments de la réflexion concerne le coût élevé des travaux, indispensables, de remise à niveau des installations et des bâtiments.

INSTALLATION D'IRRADIATION

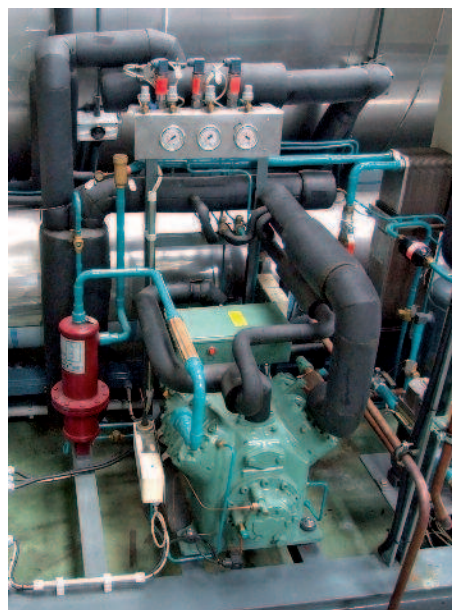
L'installation d'irradiation a fonctionné normalement au cours de ces trois années. Aucune modification ni nouvel investissement n'ont été réalisés sur la période. Le rechargement en ^{60}Co programmé en 2008 a été repoussé pour des raisons de disponibilité sur le marché et de financement. Il devrait avoir lieu en 2010.

Les années 2006-2008 en quelques chiffres :

	2006	2007	2008
heures d'irradiation en cellule	3630	3990	4223
jours d'occupation de la cellule au total	206	202	214
<i>dont jours ouvrés</i>	167	161	163
<i>taux d'occupation de la cellule</i>	68%	66%	66%
mouvements aller-retour des sources, de la piscine à la cellule d'irradiation	280	212	213
irradiations en piscine	125	61	78

APPAREIL DE SÉCHAGE PAR LYOPHILISATION

Un nouveau lyophilisateur de grande contenance a permis d'augmenter de manière sensible la capacité de séchage. Cet équipement, acheté auprès de la société espagnole TELSTAR, a reçu le soutien du ministère de la Culture (DRAC Rhône-Alpes), de la région Rhône-Alpes et du CEA. Il est piloté sur PC en mode automatique. Son groupe froid très efficace permet de faire descendre la température dans l'enceinte de 20°C à -30°C en moins de trente minutes. La géométrie de l'enceinte (diamètre : 1,7 m, longueur utile : 3 m) a été choisie pour être complémentaire de celle du lyophilisateur "historique" de l'atelier (diamètre : 1 m, longueur utile : 5 m).



Le groupe réfrigérant du nouveau lyophilisateur.

APPAREIL D'ANALYSE PAR SPECTROMÉTRIE INFRAROUGE

Le deuxième investissement significatif du laboratoire est l'acquisition d'un spectromètre infra-rouge par transformée de Fourier (IRTF). Cet équipement financé par la région Rhône-Alpes est incontournable dans le cadre de l'activité "restauration bois secs avec polychromie". La plupart des sculptures en bois ont reçu plusieurs couches de polychromie au cours de leur histoire. Il est donc essentiel de pouvoir identifier celles-ci distinctement (détermination de la composition organique des couches et des différents pigments et liants) pour documenter les œuvres et choisir, de manière pertinente, le niveau de dégagement de la polychromie. L'équipement complet comprend un spectroscopie IRTF Nicolet 380, un microscope Continuum, une caméra vidéo, ...

Une coopération avec le C2RMF et le LRMH sur cette activité a été établie pour des actions de formation et pour la constitution d'une bibliothèque de fichiers IRTF.



Vue d'ensemble de l'équipement IRTF.

LES MISSIONS D'ARC-NUCLÉART

LES MISSIONS

Assurer la **conservation-restauration des biens culturels** en matériaux tels que : bois, cuir et peaux, composite bois/métal, vannerie, cordages, ...

Mener des actions de **formation et de recherche** et transférer à l'industrie les procédés issus de ces recherches.

LES DOMAINES D'INTERVENTION

Interventions sur les sites archéologiques pour conseils et/ou extraction de vestiges en bois gorgés d'eau de grandes dimensions.

Conservation et restauration des matériaux organiques archéologiques (bois, cuir, fibres, etc.).

Désinfection et désinsectisation de collections en matériaux organiques.

Consolidation et restauration d'objets en bois secs et/ou polychromés, historiques et ethnographiques.

Consolidation et restauration du patrimoine culturel industriel et artisanal en bois.

Consolidation de parquets historiques.

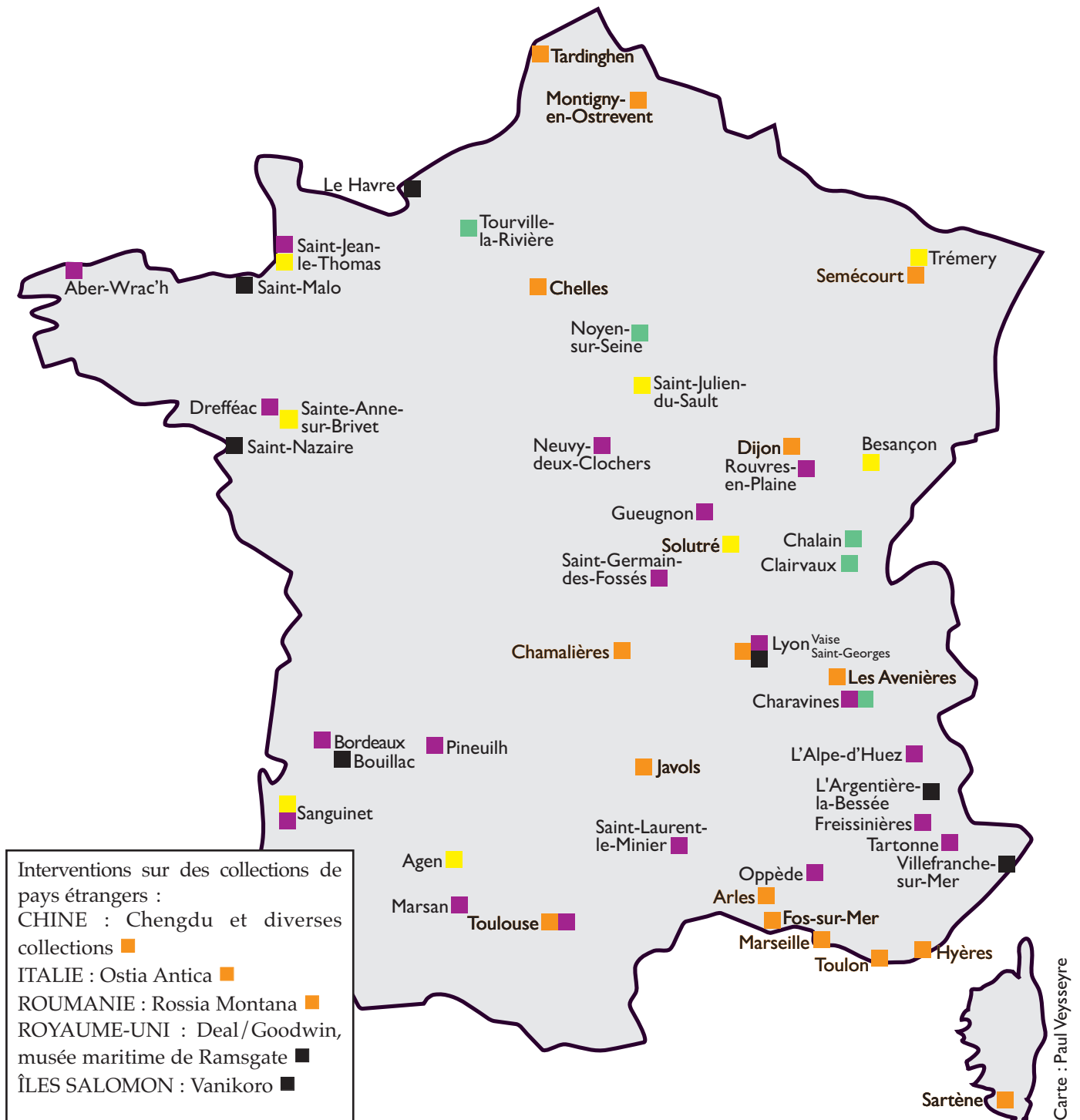
Conception et réalisation de conditionnements spécifiques de transport et de conservation, et de supports muséographiques.

CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE



La pirogue de l'âge du fer de Sanguinet (Landes) après restauration, et son châssis de transport.

COLLECTIONS ARCHÉOLOGIQUES



COLLECTIONS EN COURS OU TERMINÉES

(classées par ordre alphabétique des noms de communes)

ABER-WRAC'H (Finistère)

Socle de lanterne

xv^e siècle

Interlocuteurs : François Robin, Historial de la Vendée ;
Elisabeth Veyrat, DRASSM ; Eric Morin, association Buhez

Un socle de lanterne en frêne provenant de l'épave Aber-Wrac'h 1, traité par l'atelier en 1988-1992, a fait l'objet d'une reprise de restauration, suite à un bris survenu lors de l'exposition itinérante inter-régionale *La Mer pour mémoire*.

Fracturé et fissuré en de nombreux endroits, le support a subi une dérestauration complète et une consolidation à cœur avant le remontage. Pour renforcer la tenue des collages et améliorer le rendu esthétique de l'objet, nous avons procédé au comblement et à la retouche colorée de toutes les lacunes.



L'ALPE-D'HUEZ (Isère) Brandes

Vestiges d'installations minières, objets divers

Époque médiévale

Interlocuteur : Marie-Christine Bailly-Maître, musée d'Huez et de l'Oisans

La seconde moitié de l'échelle de mines a été positionnée sur un support métallique semblable à celui réalisé précédemment pour le premier tronçon de l'échelle. Toutefois, étant donnée la longueur de l'objet, il a été renforcé pour une meilleure résistance et des facilités de manipulation. L'objet a été restitué au musée à la fin de l'année 2007.

En 2007 et 2008, deux lots de petits objets en bois gorgé d'eau, bois sec et matériau osseux ont été confiés à l'atelier. Les pièces en matériaux secs ont subi un nettoyage et un conditionnement ; les bois gorgés d'eau ont été traités au polyéthylène glycol et lyophilisés. Toutes les pièces ont été restituées au musée.

Enfin, une poutre en bois très dégradée est actuellement en cours de traitement par imprégnation de PEG.



L'ARGENTIÈRE-LA-BESSÉE (Hautes-Alpes)

Vestiges miniers du vallon du Fournel

Moyen Âge et XIX^e siècle

Interlocuteurs : Ian Cowburn, Bruno Ancel, service culturel de L'Argentière-la-Bessée



Les Kletterbaum après restauration.

Les deux échelles de mine médiévales (*Kletterbaum*), très dégradées et traitées par imprégnation de polyéthylène glycol suivie d'un séchage par lyophilisation, ont été consolidées en surface avec une résine acrylique ; les parties soulevées ont été refixées avec cette même résine. Après conditionnement, elles ont été restituées au musée à l'automne 2007.

Les éléments du châssis à toile sans fin (*Frue Vanner*), après avoir subi un séchage lent, ont fait l'objet d'un même type de restauration, à savoir consolidation et refixage des éléments les plus fragiles à la résine acrylique. Ils ont été restitués, après conditionnement, en même temps que les échelles.

Un premier ensemble de 195 éléments de planchers des deux *round-buddle*, de forme triangulaire longue et étroite, ont subi avec succès un traitement "Nucléart humide" (après passage en acétone, imprégnation de résine styrène-polyester ensuite polymérisée sous rayonnement gamma). Afin de raccourcir les délais d'imprégnation, particulièrement longs dans le cas de ces pièces en bois fragile mais peu dégradé, il a été décidé, après réalisation d'essais, d'effectuer un traitement "mixte" pour le deuxième lot des pièces de planchers. Il s'agit de procéder à une imprégnation de PEG concentré à 20% dans l'eau, puis de faire un séchage par lyophilisation avant d'effectuer une seconde consolidation par traitement "Nucléart sec" (imprégnation de résine styrène-polyester polymérisée sous rayonnement gamma). La consolidation est donc en cours depuis octobre 2008 ; elle devrait s'achever fin 2009 pour remontage des *round-buddle* en 2010 au musée.



Le traitement des éléments de planchers : sortie de la cuve d'imprégnation (ci-dessus) et nettoyage avant polymérisation (à droite).

ARLES (Bouches-du-Rhône)

Pièces de batellerie et objets de la vie quotidienne

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Alain Charron, musée départemental Arles antique ; Luc Long, DRASSM

L'ancre la plus complète, en bois, fer et plomb, découverte dans le Rhône par une équipe du DRASSM en septembre 2004, a été traitée par la méthode "Nucléart", afin d'assurer une plus grande stabilité des éléments métalliques, puis restaurée. La taille et la masse de l'objet rendent nécessaire sa mise en place, en 2009, sur un support de présentation adapté, qui devra s'intégrer à l'architecture et à la muséographie générale du musée.

Les deux autres pièces de grande taille du même lot, une verge d'ancre et une pelle de gouverne, ont subi une imprégnation à saturation de polyéthylène glycol jusqu'à la mi-juin 2007, puis un séchage en atmosphère contrôlée qui s'est achevé en septembre 2008. Elles sont actuellement en cours de restauration et devront également être placées sur support.

Différents lots de petits objets réceptionnés depuis 2005 ont été traités par séchage contrôlé ou imprégnation de polyéthylène glycol suivie d'une lyophilisation, puis restaurés. Ils ont été restitués au musée en décembre 2008.

Un seau en écorce empli d'une gangue de clous va être envoyé en traitement de déchloration au laboratoire ARC' Antique. Après cette opération qui devrait durer une vingtaine de mois, il reviendra subir à Grenoble un traitement "Nucléart humide" individualisé.

Une hache de jet d'époque mérovingienne, en fer avec reste de manche en bois, va d'abord subir des opérations de dégangage et de déchloration à l'atelier du Centre archéologique du Var, à Draguignan, avant consolidation par traitement "Nucléart humide".

Un panier de cordage bien conservé a été allégé de sa motte de sédiments, traité au PEG 1500 et lyophilisé, puis restauré avec succès. Malheureusement la sensibilité de la poix qui enduit le cordage lui donne une plasticité à température ambiante qui provoque l'affaissement de l'objet. Il est donc envisagé de réaliser un support capable de maintenir la forme de l'objet.



L'ancre restaurée.



La verge d'ancre (à droite) et la pelle de gouverne (cassée en deux) dans la cuve d'imprégnation de polyéthylène glycol.

Bateau

Époque gallo-romaine

En 2007, une barge gallo-romaine remarquablement conservée, longue de 30 mètres, a été découverte dans le Rhône à la hauteur de la ville d'Arles. Une plongée d'expertise a été effectuée afin d'évaluer le niveau de dégradation du bois. Un projet d'extraction et de traitement est actuellement à l'étude.



1



2



3



4



5



6



7

Petits objets de la vie quotidienne :

1. Tablette en bois avant traitement.
2. Tablette en bois après traitement.
3. Semelles en cuir cloutées.
4. Hache de jet mérovingienne avant dégageage.
5. Urne en céramique avec réparation en liège sur la panse.
6. Col d'amphore en céramique avec bouchon en liège, avant traitement.
7. Le même, après traitement.

LES AVENIÈRES (Isère)

Nasse en osier

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Jean-Pascal Jospin, service du Patrimoine culturel de l'Isère ; Sylvie Perrin-Toinin, musée d'Aoste

Livrée en octobre 2007, la nasse a été traitée par imprégnation de PEG et séchée par lyophilisation en 2008. Les travaux de restauration suivront dans l'année 2009.



La nasse au moment de sa réception à l'atelier.

BESANÇON (Doubs)

Sépulture

Époque gauloise

Interlocuteurs : Agathe Legros, musée des Beaux-Arts et d'Archéologie, Besançon ; Laurent Vaxelaire, Inrap Grand-Est

La sépulture gauloise découverte sur le chantier des Remparts Dérasés à Besançon, en février 2002, traitée et restaurée à ARC-Nucléart, a été restituée au musée au début de l'année 2006 pour l'exposition *De Vesontio à Besançon* au deuxième semestre 2006. Elle est actuellement présentée dans les salles d'exposition permanente du musée.



BORDEAUX (Gironde)

Éléments de pressoir "double casse-cou" découvert place Jean-Jaurès

XIV^e siècle

Interlocuteurs : Dany Barraud, Pierre Régaldo, service régional de l'archéologie, DRAC Aquitaine

Ce pressoir qui se compose de six éléments de grande envergure, de près de 3,5 m de long chacun, présente la particularité d'être le premier représentant d'un modèle technologique nommé "double casse-cou". À ce jour, la consolidation par imprégnation de polyéthylène glycol 4000 s'achève et les éléments sont séchés par lyophilisation, les uns après les autres. Le traitement sera terminé fin 2009.



En haut, un élément du pressoir dans la cuve d'imprégnation de polyéthylène glycol. En bas, un autre élément va être introduit dans le lyophilisateur.

Barrique découverte place de la Bourse

Époque médiévale

Interlocuteurs : Josette Moinet, Lisette Savariaux, musée d'Aquitaine, Bordeaux

Composée de 22 douelles, cette barrique est destinée à être présentée dans une exposition au musée d'Aquitaine en été 2009. Livrée à l'atelier en juin 2008, elle a aussitôt été mise en traitement (imprégnation de PEG, puis séchage par lyophilisation). La restauration et la mise sur support de présentation sont prévues au printemps 2009.

Les douelles dans la cuve d'imprégnation.



Les éléments de la barrique sont séchés par lyophilisation.

Lac de CHALAIN (Jura)

Époque néolithique

Interlocuteurs : Jean-Luc Mordefroid, Sylvie Lourdeaux-Jurietti, musée d'Archéologie, Lons-le-Saunier ; Pierre Pétrequin, CNRS, université de Franche-Comté

Objets de la vie domestique

L'ensemble de la collection est, à ce jour, traité, restauré, conditionné et stocké dans les réserves d'ARC-Nucléart, dans l'attente de son transfert dans les nouvelles réserves du musée, prévu à l'automne 2009.

Un important lot d'andouillers a déjà été traité au cours des années passées. Il a donc été décidé que le dernier lot d'andouillers humides, actuellement conservé en chambre froide à ARC-Nucléart, fera l'objet, de la part du musée et des archéologues, d'un tri destiné à sélectionner les pièces les plus remarquables pour traitement et restauration.

Conditionnement d'un objet après restauration.



Le déplacement de la pirogue.

Pirogue

Dans le cadre du déménagement du musée d'Archéologie de Lons-le-Saunier, deux interventions d'un restaurateur de l'atelier ont eu lieu à un mois d'intervalle à la fin 2006. Dans les deux cas, le travail a porté sur la pirogue monoxyle de 9 m de longueur, découverte en 1904 sur les bords du lac de Chalain. La première intervention a consisté en une expertise / constat d'état de la pirogue et à prescrire des recommandations en prévision de son déplacement, la seconde à assister à sa mise en caisse et à son transfert vers un local de stockage provisoire. Un suivi climatique est effectué régulièrement.

CHAMALIÈRES (Puy-de-Dôme) source des Roches

Ex-voto gallo-romains

Interlocuteurs : Chantal Lamesch, Christine Boulioc, musée Bargoin, Clermont-Ferrand

169 *ex-voto* de la source des Roches, traités et restaurés en 2004, ont été restitués au musée en janvier 2008, rejoignant les quelques 955 pièces ayant subi, depuis plus de vingt ans, un traitement PEG / lyophilisation.

À plusieurs reprises au cours des deux dernières années, ARC-Nucléart a participé à des réunions sur le devenir de cette très importante collection nationale pour laquelle une nouvelle présentation muséographique et de nouvelles réserves sont en cours de réalisation.

Un lot de 109 pièces encore humides, autrefois traitées par les archéologues à l'Arigal C, à l'alun et au Lyophix, doit être prochainement pris en charge par le laboratoire pour finition de séchage en atmosphère contrôlée.



Quelques-uns des ex-voto traités PEG / lyophilisation.



CHARAVINES (Isère) Colletière

XI^e siècle

Interlocuteurs : Eric Verdel, Michel Colardelle, fouilles de Charavines-Colletière ; Jean-Pascal Jospin, service du Patrimoine culturel de l'Isère

Pirogue

La restauration de la pirogue, traitée au PEG et lyophilisée en 2004, a commencé en 2008 et se poursuivra en 2009. Compte-tenu de l'état de fragilité du bois et de sa fragmentation, une mise sur support est indispensable pour sa présentation au futur parc-musée de Montferrat, sur les rives du lac de Paladru. La restitution est prévue en 2010.

Objets de la vie quotidienne en bois

L'activité d'ARC-Nucléart entre 2006 et 2008 concernant cette collection emblématique pour l'atelier se résume ainsi :

- série 2003-2004 : restitution, en mai 2008, de 165 pièces après traitement "Nucléart", restauration et conditionnement.
- série 2006 : 85 pièces en bois gorgé d'eau pour lesquelles un traitement "Nucléart humide" est en cours.



La pirogue après traitement et avant restauration.



Le tambour de treuil gorgé d'eau.



Petits objets prêts pour le traitement.



Remise en forme d'une chaussure en cuir.



Deux chaussures de Charavines après restauration.

Dans cet ensemble, soulignons la présence d'un tambour de treuil et d'une masse de bois dont les volumes soulèvent un problème technique de traitement. Un protocole est actuellement en cours de mise au point afin de définir la meilleure solution pour ces pièces massives dont le bois est susceptible de s'ouvrir trop largement. Une technique mixte (traitement par imprégnation de PEG suivi d'une lyophilisation, puis d'un traitement par la méthode "Nucléart sec") pourrait permettre de limiter le "collapse" tout en offrant aux objets une bonne consolidation. Cette méthode est d'ores et déjà validée pour les objets de petites tailles.

- séries 2005 et 2007 : réception et stockage dans les chambres froides du laboratoire de 47 et 76 pièces en bois gorgé d'eau qui devraient être traitées en 2009 selon le nouveau procédé mixte.
- série 2008 : réception de 27 pièces en bois gorgé d'eau, dont deux éléments d'architecture très massifs.

Objets en cuir

- séries 1999, 2000, 2001, 2002 : les travaux de traitement, de restauration et de conditionnement des 552 lots de fragments de cuirs gorgés d'eau et des 24 objets significatifs se sont achevés en 2006 et ont été restitués au musée Dauphinois en mars 2007.
- séries 2003 et 2004 : 300 sachets contenant des fragments de cuir et 16 objets complets ont été restaurés et restitués en mai 2008.
- séries 2005 à 2007 : les campagnes de fouilles ont fourni peu d'objets identifiables en tant que tels, mais plusieurs lots de pièces en vrac. Ils ont été traités, restaurés et restitués en novembre 2008.
- série 2008 : les cuirs sont actuellement stockés en eau circulante en cascade.

Reprises de restauration

Six objets de la Maison de Pays de Charavines, victimes d'accidents de manipulation, ont été restaurés et restitués.

Réaménagement des réserves du musée Dauphinois consacrées aux collections de Charavines

Cette opération est envisagée en 2009. Le musée a donc demandé l'assistance d'ARC-Nucléart qui a mené, en mai 2008, en collaboration avec le CRÉAM de Vienne, une expertise relative aux lieux, avec préconisations et conseils pour les conditions climatiques de conservation, les conditionnements des objets, le mobilier, etc.

CHARAVINES (Isère) les Baigneurs

Éléments d'architecture et objets de la vie quotidienne

Époque néolithique

Interlocuteur : Jean-Pascal Jospin, service du Patrimoine culturel de l'Isère

Une sélection d'objets en bois, traités par imprégnation de polyéthylène glycol/lyophilisation entre 2004 et 2006, a été effectuée par les conservateurs et les muséographes pour une présentation dans le futur musée de Montferrat. Les opérations de restauration de ces pièces seront réalisées au courant de l'année 2009.

La mandibule de cerf, posant problème du fait de la résine de consolidation utilisée lors du traitement d'origine, mal adaptée et responsable d'un phénomène de ressuage, a donné lieu à une étude pour essais de retraitement, aux résultats peu satisfaisants. Compte tenu des problèmes semblables présentés par l'ensemble des andouillers de cette collection, le musée a décidé d'abandonner le projet de retraitement de ces objets.



Éléments d'architecture en attente de restauration.

CHELLES (Seine-et-Marne)

Serrure

Bas-Empire

Interlocuteurs : Corinne Charamond, Anne Dietrich, Véronique Guitton, Mercedes Maya-Pion, Inrap Centre-Île-de-France ; Christian Charamond, service archéologique du musée municipal de Chelles

À la suite d'une réunion autour de cette serrure de grande taille qui serait une pièce unique en archéologie nationale, a été prise la décision de la confier à ARC-Nucléart pour traitement. Livrée au laboratoire en octobre 2008, elle a aussitôt été mise en cuve pour imprégnation de polyéthylène glycol qui devrait durer un an.



Échelle : 1/10

Lac de CLAIRVAUX (Jura)

Objets de la vie quotidienne

Époque néolithique

Interlocuteurs : Jean-Luc Mordefroid, Sylvie Lourdeaux-Jurietti, musée archéologique, Lons-le-Saunier ; Pierre Pétrequin, CNRS, université de Franche-Comté

Les divers objets en bois de cette collection, ainsi que les séries essentiellement constituées de fibres et de sparteries, ont été traités, restaurés et conditionnés, et sont en attente de restitution au musée, prévue à l'automne 2009.



Rinçage de la surface des *ex-voto* avant lyophilisation.

DIJON (Côte-d'Or)

Ex-voto

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Christian Vernou, Dominique Montigny, Frédérique Bouvard, musée archéologique, Dijon

Six *ex-voto* de la collection des sources de la Seine, confiés à l'atelier en 2005 pour traitement par imprégnation de polyéthylène glycol à saturation, sont sortis de traitement en juin 2007 et ont subi un séchage contrôlé. Après restauration, ils sont en attente d'une restitution prochaine.

Plusieurs autres *ex-voto*, anciennement traités par les archéologues, ont fait l'objet de travaux de restauration variés en 2006 et 2007: nettoyage d'excédents de polyéthylène glycol, collages, fixages, assemblage de petits éléments, comblements et mise en teinte de lacunes.

En décembre 2007, une mission d'expertise a été effectuée par une équipe du laboratoire au musée archéologique de Dijon. Le rapport fait état d'une dégradation de la collection liée à la qualité des anciens traitements et des conditions environnementales. Il est maintenant envisagé de mettre en place un groupe de travail avec, en particulier le C2RMF et ARC-Nucléart, pour assurer le suivi de cette belle et rare collection puis, le cas échéant, d'établir un programme de reprise de restauration des pièces.



Un des *ex-voto* des sources de la Seine après restauration.

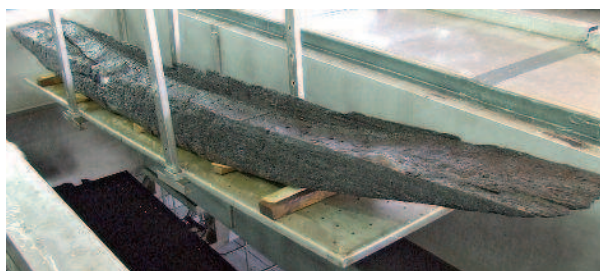
DREFFÉAC (Loire-Atlantique) la Soudenais

Pirogue

Époque carolingienne

Interlocuteurs : Françoise Berretrot, musée de Bretagne, Rennes ; Anne de Saulce, service régional de l'archéologie, DRAC Pays-de-Loire ; Christophe Devals, Inrap Grand-Ouest

La pirogue, réceptionnée en fin d'année 2005 et immédiatement mise en bassin de traitement pour imprégnation de polyéthylène glycol, a été asséchée par lyophilisation en avril 2006. Le traitement a donné lieu à l'ouverture de certaines fissures préexistantes qui ont été conservées en l'état lors de la restauration. Elle a été restituée au musée en avril 2008. Début 2009, elle prendra place dans les présentations permanentes du musée.



La pirogue est introduite dans le bassin d'imprégnation.



La pirogue de Drefféac est sortie du lyophilisateur.

FOS-SUR-MER (Bouches-du-Rhône) l'Estagon

Éléments d'architecture

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Jean-Philippe Lagrue, Frédéric Marty, Pôle intercommunal du patrimoine culturel, Istres

Quatre éléments en bois gorgé d'eau (deux poutres à mortaises et deux pieux) appartenant à une structure de bonification d'un marécage, découverte lors de fouilles menées en juin 2007, ont été confiés à l'atelier en été 2008 pour stabilisation. Ils sont en cours d'imprégnation de PEG 4000, puis subiront un séchage par lyophilisation.

Une chaussure, ou semelle de chaussure, en bois portant quelques fragments de tissu est également en cours de traitement par la même méthode.



Élément de poutre à mortaise avant traitement.

FREISSINIÈRES (Hautes-Alpes) Fangeas

Objets miniers

XII^e-XIII^e siècles

Interlocuteurs : Vanessa Py, CNRS LAAM - UMR 6572 ; Xavier Margarit, service régional de l'archéologie, DRAC Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Ce site minier a la particularité de faire face à celui de L'Argentière-la-Bessée en activité à la même époque. Situé à 2000 m d'altitude, on y exploitait le



Poulie en bois gorgé d'eau avant traitement.



Consolidation de la semelle.

minéral de cuivre et de plomb. Une poulie en partie carbonisée, un demi fond de cuveau et un semelage de cuir ont été confiés à l'atelier pour traitement.

Les travaux d'imprégnation et d'assèchement des deux objets en bois ont pris fin en septembre 2007 et les objets ont été rapidement restaurés et conditionnés.

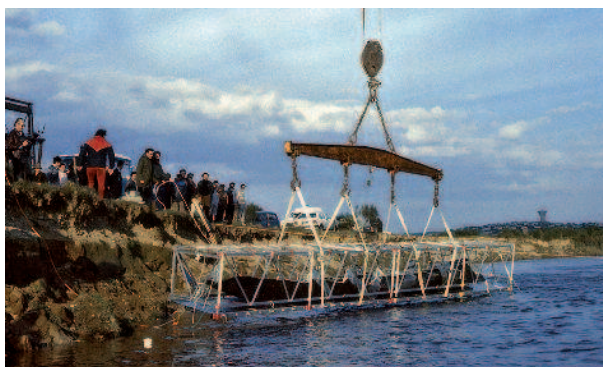
Le semelage a, quant à lui, été imprégné de PEG 400 et lyophilisé. En raison de la fragilité du cuir, des consolidations ponctuelles ont été effectuées sous forme de doublages, plus ou moins étendus, au revers des deux pièces composant ce semelage. Un conditionnement de stockage a également été réalisé. La restitution de ce lot a eu lieu à l'automne 2007.

GUEUGNON (Saône-et-Loire)

Pirogue

Époque carolingienne

Interlocuteurs : Nadia Laatar, Liliane Rehby, Eric Marion, Johan Martin, commune de Gueugnon



Novembre 1984 : la pirogue est extraite des eaux de l'Arroux.



Novembre 2005 : la pirogue vient d'être livrée à l'atelier.

Découverte fortuitement au sud de Gueugnon sur la rive droite de l'Arroux à l'occasion de l'étiage estival de 1984, cette pirogue de 9 mètres de long, datée de l'époque carolingienne (datation ^{14}C : 810 ± 60 après J.-C.) a fait l'objet d'une opération d'extraction en novembre de la même année. Elle a, ensuite, été conservée en eau dans une cuve en inox stockée dans un hangar des services techniques de la ville de Gueugnon.

Expertisée dès 1985 afin d'envisager son traitement, ce n'est qu'en 2005 que, le statut de la pirogue ayant été clarifié (propriété cédée à la Ville) et le financement assuré, la pirogue a été livrée à l'atelier. Le traitement d'imprégnation à saturation par brumisation a duré de novembre 2005 à juin 2007. Un séchage contrôlé s'est ensuite déroulé, dans un local climatisé, de juin 2007 à juillet 2008.

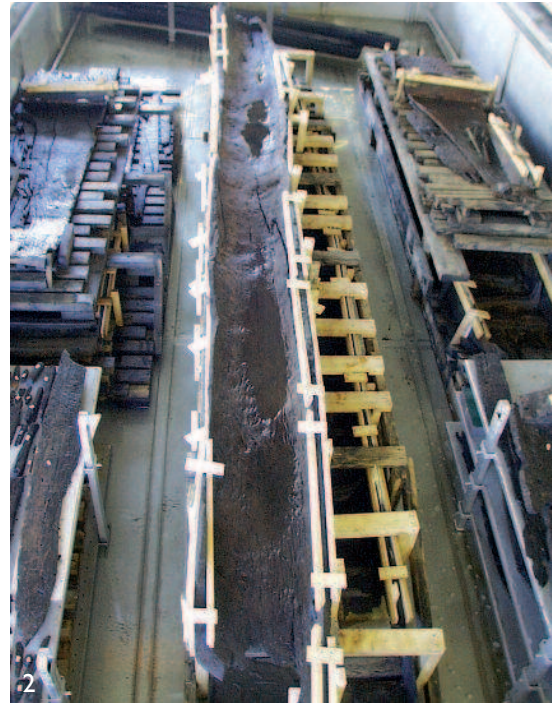
Après de longues heures consacrées au nettoyage de la surface du bois, un travail de puzzle a permis de retrouver l'emplacement des éléments détachés du bordé.

Un ensemble de bras de maintien supporte les fragments les plus lourds. Ces bras, réalisés en acier, ont été forgés de façon à épouser la courbure propre à chaque pièce. Ils ont ensuite été peints en noir.

Le retour de la pirogue à Gueugnon, conditionnée dans un cadre de transport adapté, est prévu pour le début de 2009.



Février 2009 : la pirogue restaurée quitte l'atelier pour retourner à Gueugnon.



Quelques étapes de la restauration de la pirogue de Gueugnon :

1. Réception de la pirogue.
2. La pirogue dans le bassin de traitement où va se faire la brumisation de PEG.
3. La pirogue est extraite de la serre de séchage.
4. Nettoyage de la surface du bois.
5. Mise en place des bras de support.
6. La pirogue après restauration.



Nettoyage de la surface du canon après imprégnation de résine et avant polymérisation.

LE HAVRE (Seine-Maritime)

Canon

XVI^e siècle

Interlocuteurs : Inrap Grand-Ouest et DRASSM

Collaboration : ARC'Antique, Nantes

Une très belle pièce d'artillerie a été découverte, en 2003, dans le port du Havre. Il s'agit d'un canon dit "courtaud", ou "pierrier", de la famille des pierriers veuglares. Il se caractérise par un tube en fer forgé, enchâssé dans une poutre en bois effilée et maintenu par quatre brides métalliques. Le tube mesure 80 cm de long et l'ensemble, la volée et la poutre, 2,45 m. L'objet est encore muni d'une fourche et d'un pivot en fer forgé fixé, à l'origine, sur le plat bord du navire.

Après avoir subi un traitement de déchloration par électrolyse et un dégorgage au laboratoire ARC'Antique, l'objet a été transporté à Grenoble pour le traitement du bois (imprégnation de résine styrène polyester polymérisée par irradiation gamma). Après un nettoyage final du bois, il retournera à Nantes pour finition de restauration de la partie métallique.



Le fourcat dans sa présentation définitive

HYÈRES (Var) le Grand Ribaud F

Pièces d'un navire étrusque

515-470 avant J.-C.

Interlocuteurs : Myriame Morel, musée d'Histoire de Marseille;
Luc Long, DRASSM

Une épave archaïque de belle facture a été fouillée en 2000-2002 par le DRASSM à plus de 20 m de fond au large de la presqu'île de Giens. Elle présente certaines des caractéristiques de l'épave grecque archaïque Jules-Verne 7, découverte dans le port antique de Marseille et traitée à ARC-Nucléart entre 2000 et 2005.

À l'extrémité arrière de l'épave fut découverte et prélevé une pelle de gouvernail latéral. Il s'agit, à ce jour d'un exemplaire unique pour l'époque archaïque. La pièce, conservée dans sa partie inférieure sur une hauteur de 1,25 m, est constituée de trois éléments maintenus entre eux au moyen de mortaises ménagées dans l'épaisseur des bois et de tenons chevillés. La mèche centrale, ovoïde dans sa partie supérieure, est amincie dans sa partie inférieure pour s'adapter aux deux vantaux qui l'entourent.



Vue arrière du système de fixation du fourcat.

Au sud-ouest de l'épave, c'est un fragment de fourcat qui fut retrouvé et prélevé : il s'agit de l'un des renforts transversaux situés aux extrémités du navire, fixé au moyen de clous. Ce fourcat se caractérise par un pied étroit entaillé de nombreux évidements rectangulaires dans lesquels venaient s'insérer les membrures.

Au vu de la rareté de ces découvertes, le musée d'Histoire de Marseille a souhaité la conservation, la restauration et la mise en valeur de ces deux éléments d'architecture navale. Un premier constat d'état à l'état humide a permis de caractériser la dégradation des objets avant leur traitement. Ils ont ensuite été immergés, pendant neuf mois, dans deux bains de concentration croissante de polyéthylène glycol 4000. Ces bains ont été chauffés et agités afin de faciliter la pénétration de la résine. Une fois l'imprégnation effectuée, les objets ont subi une congélation et une lyophilisation pour séchage.

Après le traitement, les objets ont été nettoyés afin d'éliminer les excès de résine. Certaines fentes ont été consolidées par infiltration sous pression de résine acrylique. Cette même résine a été utilisée pour le collage de certains fragments de la pelle. En revanche, une résine plus épaisse a été utilisée pour combler les vides et coller les éléments du fourcat. Lorsque cela était nécessaire à la solidité de la pièce et des collages, les comblements de fentes et de cassures ont été réalisés avec un mastic à base de carbonate de calcium, de micro-billes de verre et de résines acryliques. Ce mastic a, ensuite, été mis à la teinte du bois avec des peintures acryliques.

Deux supports de présentation étaient nécessaires car les éléments architecturaux étaient trop fragiles pour pouvoir soutenir leur propre poids en position verticale. Ils ont été fabriqués en acier doux peint. Un caisson rectangulaire, pouvant s'insérer dans le sol d'une vitrine, a servi de contrepoids et a permis la fixation de renforts verticaux qui viennent courir derrière les bois en s'ajustant à leur profil. De ces renforts partent des griffes latérales qui enserrant, de part et d'autre, les différents éléments et les maintiennent en situation l'un par rapport à l'autre. De petites vis permettent le retrait et l'ajustement des griffes au fur et à mesure de l'installation des pièces de bois. L'ensemble est donc démontable afin de faciliter le transport.

Enfin, une restitution suggérée de la forme originelle et de la hauteur totale du gouvernail (environ 5 m) a été réalisée sur une plaque de plexiglas, sur laquelle ont été tracés ses contours, et qui sera positionnée derrière le gouvernail lors de son installation au musée.



Détail du support de la pelle de gouvernail.



Le projet de présentation de la pelle de gouvernail.

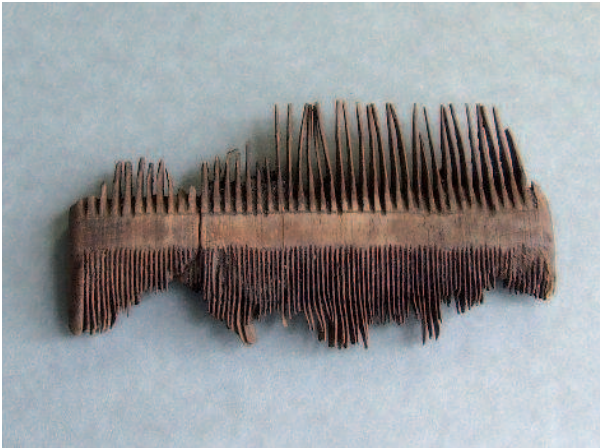
La pelle de gouvernail a été présentée en 2005 dans l'exposition *Amphores à la mer* au Laténium de Neuchâtel, avant sa restitution au musée, en même temps que le fourcat.

JAVOLS (Lozère)

Objets de la vie quotidienne

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Alain Trintignac, conseil général de Lozère



Peigne après restauration.

Le site gallo-romain de Javols a livré une collection de petits objets caractéristiques tels que des peignes, des manches d'outils ou des éléments de tablettes d'écriture. Après les opérations de réception, une imprégnation au PEG 4000 a été entreprise au début de l'année 2007. Une lyophilisation a complété le traitement. Quelques collages ont été réalisés afin d'achever les travaux de restauration avant restitution.

LYON (Rhône) parc Saint-Georges

Interlocuteurs : Jacques Lasfargues, Hugues Savay-Guerraz, Georges Cardoso, musée gallo-romain de Lyon-Fourvière ; Simone Blazy, Anne Lasseur, musée Gadagne, Lyon ; Grégoire Ayala, Inrap Rhône-Alpes-Auvergne ; Michel Lenoble, service régional de l'archéologie, DRAC Rhône-Alpes
Collaboration : CRÉAM, Vienne (Isère)



Une barge gallo-romaine sur le chantier de fouilles.

Les fouilles archéologiques conduites par l'Inrap, en 2003 et 2004, sur le chantier du parc Saint-Georges à Lyon, ont mis au jour une impressionnante quantité d'objets divers, de toutes époques et de toutes natures, et de seize embarcations, de l'Antiquité au XVIII^e siècle.

Après être intervenu pour le prélèvement de plusieurs embarcations, ARC-Nucléart a été missionné par le conseil général du Rhône et la Ville de Lyon, afin de traiter et restaurer les vestiges destinés à intégrer les collections du musée gallo-romain de Lyon-Fourvière et du musée Gadagne.

Objets de la vie quotidienne

Époque gallo-romaine

La collection comprend un lot d'objets en cuir, des objets en bois (fonds de vases, style, manches d'outils, fuseau, cabillots) ou en autres matériaux organiques (nasse en osier, bouchons de liège dans des cols d'amphores en céramique), et des objets composites associant bois et métal (couteau, scie et divers outils).

La réception, le traitement au PEG et le séchage par lyophilisation des objets en bois et en liège ont été effectués en priorité afin que les objets puissent être restaurés et présentés lors de l'exposition *Romains d'eau douce* qui s'est tenue au musée de Saint-Romain-en-Gal de mars à septembre 2007.

Les objets composites bois/métal ont d'abord été confiés au CRÉAM pour radiographie et nettoyage d'une partie des produits de corrosion, puis traités à ARC-Nucléart par imprégnation de résine styrène polyester avant polymérisation sous irradiation gamma. Ils sont repartis à Vienne pour restauration à l'automne 2008.

Le lot d'objets en cuir et de divers objets associés (membrure avec étoupe, pièces de textile...) a été traité. Pour les objets en cuir présentant des zones imprégnées d'oxydes de fer, nous avons procédé à un nettoyage préalable dans des bains chimiques. L'imprégnation s'est ensuite effectuée dans un bain de PEG 400, additionné d'un inhibiteur de corrosion lorsqu'il y avait des clous en fer. Un fragment de membrure garnie d'étoupe poissée et une semelle de chaussure en bois ont été imprégnés avec un mélange de PEG 4000 et de PEG 400. Le traitement du lot de fragments de textiles a été mené sous pulvérisation avec un mélange de glycérol, PEG 4000 et un hydroxy éthyle de cellulose. Le séchage par lyophilisation des objets a eu lieu en plusieurs lots, et après nettoyage, l'ensemble a été conditionné pour restitution au musée.



Quelques objets après restauration.

Barges de la seconde moitié du II^e siècle

Le conseil général du Rhône a la charge des trois barges gallo-romaines découvertes, puis prélevées par tronçons, sur le chantier du parc Saint-Georges en 2004. Les barges sont actuellement conservées immergées dans un plan d'eau dans l'attente d'une décision de traitement.

Sollicité par les autorités responsables de ces embarcations, ARC-Nucléart a entrepris une réflexion sur la possibilité de traitement d'une barge complète,



Un tronçon de barge en cours d'extraction du chantier.



Immersion d'un tronçon de barge dans un lac.

en un seul cycle, dans ses installations actuelles. Plusieurs études, dont l'une a été menée par un élève-ingénieur stagiaire et les autres en collaboration avec les services techniques du CEA-Grenoble, ont abouti à l'élaboration d'un projet d'enceinte de traitement, obtenue par modification du plus grand des bassins de l'atelier.

Le lancement du projet de traitement de l'une des barges pourrait avoir lieu en 2009.

Objets de la vie quotidienne

Époques médiévale et moderne

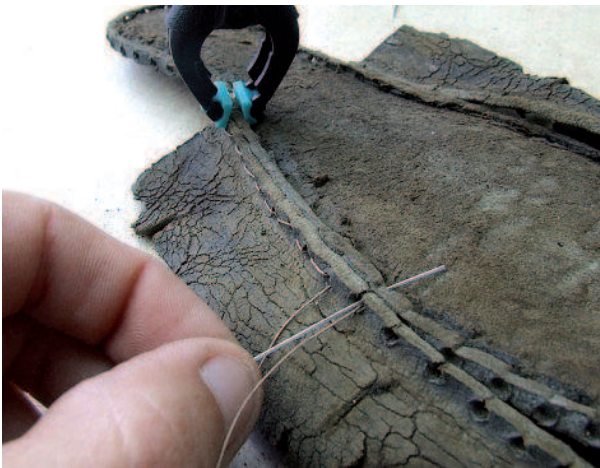
Parmi les multiples pièces découvertes sur le site, le musée Gadagne a opéré un choix des objets à conserver pour ses collections.

L'étude des cuirs menée par Magali Roland, de l'Inrap, a permis de dégager de la masse des trouvailles un lot d'objets typologiquement intéressants à traiter et restaurer, principalement de la cordonnerie des XIII^e et XVII^e-XVIII^e siècles, mais également, un fleuret en fer muni d'une garde en bronze et recouvert d'un fourreau en cuir.

Cet objet exceptionnel a été traité avec une toute nouvelle résine synthétisée par ARC-Nucléart, le PTP 400, qui consolide les cuirs fragilisés et limite leur retrait pendant le séchage, et qui préserve les parties métalliques durant le traitement, et aussi à long terme. Le CRÉAM doit en parfaire la restauration et le soilage.

Pour les pièces de cordonnerie présentant des zones imprégnées d'oxydes de fer, un nettoyage dans une solution chimique a été réalisé, puis l'imprégnation s'est effectuée dans un bain de PEG 400 additionné d'un inhibiteur de corrosion lorsqu'il y avait présence de clous. Après une semaine d'imprégnation à température ambiante, les cuirs ont été séchés par lyophilisation, en plusieurs lots. Pour garantir la préservation des cuirs pendant le dessin, les zones fragiles ont été consolidées sur la face non visible des pièces, par doublage avec un non-tissé enduit, au préalable, d'un film de résine. L'assemblage des pièces a été effectué par collage, sur le principe du joint de colle ou sur celui du non-tissé enduit d'un film de résine, découpé à façon. Lorsque le cuir était assez solide pour en supporter la contrainte, la couture d'origine a été restituée.

Les objets en bois sélectionnés (cuillères, bobines, fuseaux, boîtes, etc.) ont subi un traitement par immersion dans une solution de PEG 4000, avant d'être lyophilisés et restaurés. Ils sont en attente de restitution.



Restauration de chaussures en cuir.

Les objets composites bois/métal (seau, divers outils et plusieurs couteaux dont les manches sont sculptés) ont d'abord été confiés au CRÉAM pour être radiographiés et nettoyés. Ils subissent actuellement une consolidation par imprégnation de résine styrène polyester polymérisable, qui se poursuivra jusqu'en juin 2009.

Embarcations

XII^e et XVI^e siècles

Les épaves n° 6, 10, 11, 13, 14, 15, avec le couvercle de l'épave 16, ont été rassemblées dans le plus grand bassin de l'atelier pour être traitées en une seule fois. Le traitement par brumisation de PEG 4000 a commencé fin novembre 2005. L'imprégnation s'est déroulée en observant une montée progressive de la concentration du PEG ; elle s'est achevée en juin 2007. Le traitement des bois s'est poursuivi par un séchage contrôlé dans une enceinte climatisée. Celui-ci a été atteint vers la mi-2008, lorsque l'humidité relative a été stabilisée autour de 55%. Des propositions pour la restauration et de mise sur support seront établies en 2009.

Barque "couzonnaire"

XVIII^e siècle

L'année 2006 a vu la fin du traitement de l'épave n° 1, dite "couzonnaire". Après l'imprégnation par brumisation de PEG 4000, conduite en 2005, le séchage contrôlé s'est achevé en début d'année 2006, ainsi que les opérations de nettoyage du bois.

Cette première opération s'est terminée par la remise du rapport de traitement et du catalogue de positionnement des cent vingt éléments démontés de l'embarcation, lors d'une des réunions organisées avec le musée Gadagne, affectataire de cette pièce et en charge de sa présentation hors musée.

Un remontage partiel de l'épave a été réalisé sur une initiative de l'atelier afin d'aider la réflexion et les prises de décisions concernant le mode de présentation de la "couzonnaire". Le reste des éléments de l'épave a été stocké dans les différentes réserves de l'atelier.

En novembre 2008, ARC-Nucléart a reçu la commande pour le remontage provisoire complet de l'épave. Le chantier a aussitôt débuté dans un local aménagé pour l'occasion. Une structure en bois adaptable a été mise en place afin de recevoir l'ensemble des fragments. À la fin du mois de



Couteau en fer et en bois avant traitement.



Préparation des épaves pour leur traitement.



Remontage partiel de la "couzonnaire".



Remontage d'un bordé de la couzonnaire.

décembre, la sole était positionnée et l'équipe de l'atelier tentait de résoudre le problème de l'angle formé par la remontée de l'étrave.

Lorsque l'embarcation sera totalement reconstituée dans le courant de l'année 2009, un appel d'offre sera lancé par la Ville de Lyon pour sélectionner l'entreprise qui réalisera le support final. La "couzonnaire" sera ensuite remontée pour présentation au public dans un local du parking souterrain de la Fosse-aux-Ours, sur la rive gauche du Rhône à Lyon.

LYON (Rhône) Vaise

Structures d'architecture

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Jacques Lasfargues, Hugues Savay-Guerraz, Georges Cardoso, musée gallo-romain de Lyon-Fourvière ; Anne Pariente, service municipal d'archéologie de Lyon



Les poutres sablières lors de leur découverte.

En avril 2007, le service municipal d'archéologie de Lyon a dégagé, dans un contexte de fouilles urbaines, rue des Tuileries, une construction rectangulaire de madriers assemblés à mi-bois, mesurant 7,65 x 3,70 m, divisée en deux compartiments. Il s'agissait probablement de la base d'un bassin en bois lié à des installations artisanales de lavage dont il ne restait que les poutres sablières. La date d'abatage des arbres a été précisée par dendrochronologie : entre 46 et 39 avant J.-C. Le mobilier archéologique associé à la construction date son fonctionnement, entre 15 avant et 30 après J.-C.

La rareté de telles découvertes a incité le musée gallo-romain à décider de la conservation d'un échantillon représentatif de cette structure, dont ARC-Nucléart a reçu, dès la fin des fouilles, les éléments massifs formant l'un des angles.

Comme une forte contamination bactérienne s'est manifestée pendant la phase de stockage en eau, une irradiation sous rayonnement gamma a été conduite afin de limiter les développements organiques.

La consolidation du bois a été obtenue par une imprégnation de PEG 4000 pendant huit mois, suivie d'un séchage par lyophilisation.

La restauration et la restitution de ces éléments d'architecture sont prévues au début de l'année 2009.



Nettoyage d'une poutre avant sa mise en traitement.

MARSAN (Gers)

Sarcophage monoxyle

X^e-XI^e siècles

Interlocuteurs : Patrice Georges, Inrap Grand Sud-Ouest ; Sylvie Bach, service régional de l'archéologie, DRAC Midi-Pyrénées. Collaborations : Erwan Berthelot, Valérie Matilla, Inrap ; Innocence Queixalos, atelier Materia Viva ; Sylvie Bach, Bernard Marty, SRA DRAC Midi-Pyrénées

En juin 2008, une équipe de l'Inrap a fouillé une nécropole découverte sur un chantier d'aménagement de la route nationale 124. Dans un terrain argileux, de nombreuses sépultures ont été mises au jour, mais seuls les squelettes étaient conservés dans la majorité d'entre-elles. Cependant, dans une zone particulièrement humide en raison de la présence d'une source, un sarcophage en bois, constitué d'une cuve monoxyle et d'un couvercle, avait été préservé. Au vu de son bon état de conservation, il a été décidé de le prélever. Les dimensions de la cuve, quasi complète à l'exception de deux manques sur une paroi, et sa fragilité (les parois étant en grande partie désolidarisées du fond de la cuve) ont incité les archéologues à faire appel à ARC-Nucléart pour le prélèvement de cette pièce, après avoir démonté le couvercle, constitué d'une planche sommaire, et quatre petites pièces de bois identifiées comme des cales.

Le chantier d'extraction, par ARC-Nucléart avec l'assistance des archéologues et des restauratrices, a alors dû être organisé très rapidement pour répondre à l'urgence du contexte de fouille préventive. Un support en bois, constitué d'un cadre en bastaings, a été placé autour et en dessous de la cuve qui, au fur et à mesure du creusement d'un tunnel, a été soutenue de proche en proche par un plancher ; le calage du sarcophage sur le plancher a été fait à l'aide de polystyrène expansé découpé à la demande et d'arceaux en liteaux de bois associés à des mousses de polyéthylène pour bloquer les parois, à l'intérieur.

Le transport s'est ensuite effectué jusqu'à Grenoble, en veillant à conserver l'humidification du bois recouvert de linges mouillés, puis emballé dans un film plastique, le tout enveloppé d'un géotextile, lui aussi imbibé d'eau.

À l'atelier, après déballage, le support a été modifié pour permettre l'immersion de l'ensemble dans un bassin en attendant la décision de traitement du sarcophage.



Prélèvement du sarcophage.



Le sarcophage conditionné avant son départ du chantier.



Réception du sarcophage à l'atelier.



L'étrave de la barque gallo-romaine J-V 8 sur son support de présentation.



La barque grecque J.-V. 9 dans sa vitrine actuelle.

MARSEILLE (Bouches-du-Rhône) place Jules-Verne

Épaves

VI^e siècle avant J.-C. – III^e siècle après J.-C.

Interlocuteurs : Myriame Morel, Laurent Védrine, musée d'Histoire de Marseille ; Patrice Pomey, centre Camille Jullian-CNRS

Le musée d'Histoire de Marseille a accueilli, en été 2008, son nouveau conservateur et la ville de Marseille a été désignée, tout récemment, "capitale européenne de la culture" en 2013. C'est dans ce contexte que de nouvelles orientations muséographiques sont en cours de réflexion, afin de développer le caractère propre du musée autour du jardin des vestiges rebaptisé "port antique".

Par la modification de l'accès au musée, en faisant préalablement cheminer le public par le "port antique", et grâce à l'impressionnante collection d'épaves antiques (J.-V.7, Grand Ribaud F, Lacydon, J.-V.8, J.-V.9, J.-V.3, J.-V.4), il est prévu d'évoquer l'histoire de Marseille à travers celle de son port, des embarcations et de ce qu'elles illustrent (techniques navales, échanges commerciaux, de personnes et d'idées, échanges méditerranéens, etc.).

Un nouveau programme muséographique, ancré sur l'origine maritime et portuaire de Marseille, implique une scénographie revisitée, avec création d'un parcours rythmé par les épaves.

Il est donc envisagé de programmer une ambitieuse campagne de restauration de plusieurs épaves, dont certaines ne sont pas encore présentées au public. ARC-Nucléart, sollicité pour une mission d'expertise, souhaite s'engager fortement dans ce passionnant projet.

MONTIGNY-EN-OSTREVENT (Nord)

Cuvelage de puits

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Pierre Demolon, service archéologique de la communauté d'agglomération du Douaisis

Les éléments constitutifs d'un puits gallo-romain, composé de huit poteaux et de dix-neuf planches formant parois, ont été réceptionnés à l'atelier en mai 2005 et placés, quelques mois plus tard, en imprégnation de PEG 4000 à 20%, puis 35% dans l'eau.

Pendant la phase finale de l'imprégnation, nous avons constaté un effondrement cellulaire, inexpliqué, du bois de la plupart des planches. Il semblerait que les échanges entre la solution aqueuse de PEG 4000 et les bois gorgés d'eau n'aient pas pu se faire de manière homogène, provoquant un effondrement de la matière. Un constat d'état de l'ensemble des pièces, associé à des analyses (en diffraction X, en MEB-sonde X), a alors été effectué pour déterminer ce qui avait pu provoquer ce choc osmotique si particulier. Les poudres prélevées en surface, analysées en diffraction X, laissent penser à la présence d'un composé sédimenteux argileux constitué de silice, d'un alumino-silicate (feldspath), de gypse et d'une certaine quantité de fer. Les observations réalisées au microscope électronique à balayage et les spectres associés montrent une structure du bois dégradée et collapsée ainsi que, ponctuellement, des pores bouchés par des agrégats riches en soufre et en oxygène.

On note aussi la présence minime de fer, de silice, de calcium, d'aluminium et de sodium. En ce qui concerne les dépôts observés à la surface, et qui forment une frange de quelques microns d'épaisseur sur tous les échantillons, on observe les mêmes éléments mais avec une teneur en soufre nettement plus faible, ainsi que des traces de fer. Ces divers éléments laissent à penser, encore, à un sédiment argileux.

Après séchage par lyophilisation, les éléments du cuvelage ont été photographiés, emballés et restitués au service d'Archéologie du Douaisis.



Poteaux du puits après imprégnation de PEG.



Prélèvement en surface pour analyse.

NEUVY-DEUX-CLOCHERS (Cher) la Tour de Vesvre

Écuelle

Fin XII^e - début XIII^e siècle

Interlocuteur : Victorine Mataouchek, Inrap Centre-Île-de-France

Une écuelle en bois gorgé d'eau a été traitée en 2006-2007 par imprégnation de polyéthylène glycol suivie d'une lyophilisation. Après traitement, les excédents de PEG ont été éliminés mécaniquement. Le bois, encore fragile, a été consolidé par application au pinceau jusqu'à refus de Paraloid B72 à 10% dans l'acétone. Les opérations de nettoyages complémentaires effectuées, les fragments ont pu être remontés. Les comblements se sont limités à des comblements structuraux, c'est-à-dire permettant de soutenir les fragments sans nécessité de restitution formelle et/ou intégrale. L'objet a été restitué en septembre 2007.



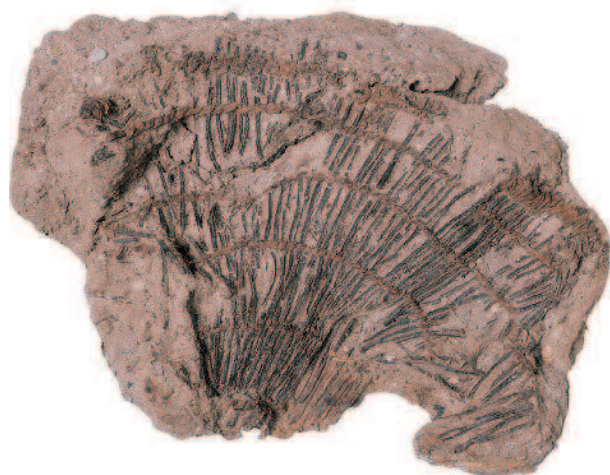
L'écuelle en bois gorgé d'eau.

NOYEN-SUR-SEINE (Seine-et-Marne)

Nasses

Mésolithique

Interlocuteur : Francis Saint-Genez, musée départemental de Préhistoire d'Île-de-France, Nemours



Une expertise a été réalisée, en 2007, au musée départemental de Préhistoire pour contrôler l'état de surface de la pirogue carolingienne de Noyen-sur-Seine installée en 2005, après traitement de conservation et restauration, dans un caisson indépendant du musée, dans une vitrine climatisée. Aucune évolution n'a été constatée.

L'expertise a porté, en outre, sur l'état de conservation d'une série de nasses mésolithiques prélevées en motte et traitées sur le sédiment d'origine par ARC-Nucléart en 1996. Quelques effritements des mottes ayant été constatés, une consolidation supplémentaire a donc été effectuée à l'occasion d'une mission de plusieurs jours sur place.

OPPÈDE (Vaucluse)

Seau

Époque médiévale

Interlocuteurs : association Oppède Patrimoine ; service régional de l'archéologie, DRAC Provence-Alpes-Côte-d'Azur



Un seau, de 25 cm de haut, retrouvé lors des fouilles de la fontaine médiévale d'Oppède-le-Vieux, a subi un traitement de stabilisation "Nucléart" et une restauration. Le bois, l'anse et les cerclages se sont révélés être en très bon état de conservation. Seule l'anse a subi un léger nettoyage mécanique avant le traitement. L'objet a ensuite été immergé dans plusieurs bains d'acétone puis de résine styrène polyester pendant un an. Ce traitement a l'avantage de limiter la reprise de corrosion du fer durant la phase d'imprégnation, de consolider le bois fragilisé par son séjour dans l'eau et de le conserver à long terme. Une fois l'imprégnation effectuée, la résine a été polymérisée par irradiation sous rayonnement gamma. Les oxydes de fer présents sur les cerclages et l'anse du seau ont ensuite été abrasés afin de retrouver la surface originelle du métal. Puis les parties métalliques et le bois ont été recouverts d'une fine couche de cire microcristalline. Le seau a été conditionné pour son transport et restitué à la fin de l'année 2006.

OSTIA ANTICA (Italie)

Noria romaine

Interlocuteurs : Margherita Bedello, Laura Spada, Soprintendenza archeologica, Ostia Antica

Dans le cadre d'une très intéressante collaboration internationale, l'atelier a participé à une opération de restauration avec la Surintendance d'Ostia Antica, port antique de Rome situé à l'embouchure du Tibre. Les fouilles menées dans les thermes des Césars avaient permis la découverte des vestiges d'une noria probablement destinée à l'approvisionnement en eau du bâtiment.

ARC-Nucléart, sollicité pour le prélèvement, avait réalisé un châssis en inox et procédé à l'opération en 2001.

Pour le traitement des bois gorgés d'eau, l'atelier de restauration de la Surintendance d'Ostia Antica s'est doté d'une installation adaptée à l'imprégnation par immersion dans une solution chauffée de polyéthylène glycol. ARC-Nucléart, après une expertise menée sur les vestiges, a proposé un protocole de traitement adapté à l'état du bois.

À la fin de la période d'imprégnation, et compte tenu de l'absence de lyophilisateur à Ostia, l'ensemble de la noria a été parfaitement conditionné pour rejoindre l'atelier grenoblois. Un séchage par lyophilisation a été obtenu en utilisant l'appareil nouvellement acquis par l'atelier dont le diamètre est de 1,70 m pour 3 mètres de longueur. Il avait été également convenu qu'une désinfection serait effectuée par irradiation gamma.

Les éléments de la noria ont été restitués à Ostia en été 2007. La Surintendance envisage désormais les opérations de restauration et de réalisation d'un support de présentation muséographique.



La noria à son arrivée à l'atelier.



Désinfection dans la cellule d'irradiation.



Introduction dans le lyophilisateur pour séchage.

PINEUILH (Gironde)

Objets de la vie quotidienne

XI^e siècle

Interlocuteurs : Marie-Christine Lerat-Hardy, conseil général de Gironde ; Pierre Régaldo, service régional de l'archéologie, DRAC Aquitaine.

La fouille préventive menée sur la commune girondine de Pineuilh en 2003 et placée sous la direction de Frédéric Prodeó (Inrap) a permis l'étude d'une motte castrale dont l'occupation s'est étalée sur un peu plus d'un siècle, à la charnière de l'An Mil (977 à 1123).

La quantité, la diversité et l'excellent état de conservation du mobilier découvert, ainsi que la précision des datations dendro-chronologiques, font du site de Pineuilh un jalon historique remarquable qui illustre les tout débuts du phénomène des mottes castrales.

Un appel d'offre a été lancé par le conseil général de Gironde afin d'assurer la conservation, entre autres, de lots d'objets en matériaux gorgés d'eau. ARC-Nucléart s'est vu confier, en 2006, la responsabilité de stabiliser près de 250 objets en bois, d'une très grande diversité et de dimensions variées, qui évoquent la vie domestique (peignes, cuillers ou plats, dont certains présentent des décors gravés et peints), les activités guerrières ou la chasse (arcs ou éléments d'arbalètes), les travaux d'entretien (pelles à taluter ou manches d'outils), de même que l'habitat (planches de palissade, chevilles, éléments de serrures ou de bardeaux).

Après réception, la collection a été soigneusement triée pour subir soit un traitement d'imprégnation de PEG, soit un traitement par la méthode "Nucléart", selon les choix retenus de façon collégiale par le conseil général de Gironde et le SRA Aquitaine.

Une fois les traitements terminés, des opérations de restauration sont prévues en 2009.



Les objets conditionnés pour leur imprégnation de PEG.



Un plat en bois gorgé d'eau, avant traitement.

RAMSGATE (Royaume-Uni) Maritime Museum

Affût de canon et divers objets

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Charles Barker, Mark Jones, Mary Rose Archaeological Services Ltd, Portsmouth ; Michael Hunt, Maritime Museum, Ramsgate

ARC-Nucléart a été sollicité, en novembre 2006, pour réaliser le traitement des éléments d'un affût de canon et de petits objets composites (poulies, crosses de pistolets) provenant de l'épave du *HMS Stirling Castle*, un navire de guerre de 70 canons, qui a sombré, lors d'une grande tempête en 1703, sur les sables de Goodwin, à l'est de la ville de Deal.

La livraison à Grenoble s'est faite au mois de juin 2007.

Après un nettoyage superficiel et une désinfection sous rayonnement gamma, une batterie d'analyses pour caractériser le matériau bois et les produits de corrosion (analyse par diffraction X, microscope électronique à balayage (MEB), résonance magnétique nucléaire (RMN) pour caractériser le bois et résonance paramagnétique électronique (RPE) pour les oxydes de fer) a été réalisée, en collaboration avec les laboratoires de recherche fondamentale du CEA-Grenoble (Institut des nanosciences et cryogénie INAC- Direction des sciences de la matière).

Des radiographies ont été effectuées, à l'atelier, par le laboratoire CIRAM (Pessac), ainsi que des déterminations d'essences de bois par le laboratoire Archéolabs.

Il est prévu de publier cet important travail de caractérisation des objets lors de la prochaine conférence internationale du groupe matériaux archéologiques organiques humides (comité pour la conservation de l'ICOM) en mai 2010 aux Etats-Unis.

La déshydratation en acétone de l'affût et des petits objets, à l'exception des roues, a commencé en novembre 2007. Compte-tenu de la masse de l'affût, il a fallu renouveler plus souvent et plus longtemps que prévu les bains d'acétone. L'imprégnation de résine ne pourra commencer que début 2009 avec prévision d'achèvement du traitement au printemps 2010.

Le traitement des roues, commencé en novembre 2008, se poursuit.



L'affût de canon à son arrivée à l'atelier.



Introduction de l'affût dans la cuve d'imprégnation de résine.



Poulie et roue d'affût de canon avant traitement.

ROSSIA MONTANA (Roumanie)

Objets miniers

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Béatrice Cauuet, CNRS Traces - UMR 5608



Les objets dans leur conditionnement de transport après restauration.

Les cinq objets (bâtee, maillet, auge à minerai, pelles), réceptionnés en novembre 2006, présentaient des états divers de dégradation, avec présence de micro-organismes et des processus de séchage plus ou moins avancés.

Ils ont subi un traitement par imprégnation au polyéthylène glycol 4000, puis un séchage par lyophilisation. Après restauration, les pièces ont été restituées en été 2008.

ROUVRES-EN-PLAINE (Côte-d'Or)

Joug

VII^e-VIII^e siècles

Interlocuteur : Patrick Chopelain, Inrap Grand Sud-Est



Les deux faces du joug.

Une opération d'archéologie préventive menée par l'Inrap en 2004 sur la commune de Rouvres-en-Plaine, à 20 km à l'est de Dijon, a permis l'étude d'un habitat d'époque mérovingienne. Ce sont près de vingt grands bâtiments construits sur poteaux qui ont été dégagés ainsi que des fonds de cabane, des greniers, des silos et des puits. C'est au fond de l'un d'eux qu'une découverte remarquable a été faite, un joug en bois gorgé d'eau, conservé pour moitié, dont on ne connaît à ce jour aucun équivalent.

Confié à l'atelier pour traitement, l'objet a été imprégné au PEG 4000 en 2006 puis séché par lyophilisation en 2007 et, enfin, restauré.

SAINT-JEAN-LE-THOMAS (Manche)

Vestiges de pêcheries

Âge du bronze et X^e siècle

Interlocuteurs : Cyrille Billard, service régional de l'archéologie, DRAC Basse-Normandie ; Groupe de recherches archéologiques du Cotentin



Lien en fibres au sortir de la fouille.

Pieux, renforts de piquet, déchets de taille, vanneries, ce sont en tout, une quinzaine d'objets témoignant de pratiques de pêcheries d'époques diverses, installées sur le littoral de la Manche, qui nous ont été confiés à la fin 2005.

Imprégnation de PEG 4000, puis séchage par lyophilisation, se sont déroulés en 2006. Les travaux de restauration portant sur des opérations de refixage, de collage et de conditionnement se termineront début 2009.

SAINT-LAURENT-LE-MINIER (Gard) Petra Alba

Chaussure en cuir

Époque médiévale

Interlocuteur : Flavien Perazza, Groupe d'étude des mines anciennes

Une semelle de cuir provenant du site de Petra Alba a été traitée par imprégnation de PEG et séchée par lyophilisation, puis restituée en 2007.



Nettoyage des excès de PEG après traitement.

SAINT-MALO (Ille-et-Vilaine) la Natière

Pièces d'accastillage et objets de la vie quotidienne

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Elisabeth Veyrat, Michel L'Hour, DRASSM ; Philippe Petout, Jean-Philippe Roze, musées de Saint-Malo
Collaboration : ARC'Antique, Nantes ; 2CRC, Moirans (Isère)

ARC-Nucléart s'est vu confier, en juin 2003, la conservation et la restauration de plus de 540 objets en bois, cordages, textiles, os, cuirs et composites gorgés d'eau, issus des fouilles sous-marines effectuées par le DRASSM depuis 1996 sur le site des épaves corsaires de la Natière à Saint-Malo.

Après trois ans de caractérisation et de traitement, de nettoyage et de restauration, de prises de vues et de conditionnement – opérations qui se sont succédé sans relâche – les objets ont regagné les réserves provisoires du musée d'Histoire de Saint-Malo en juillet 2006. Un grand nombre d'entre eux sont présentés dans l'exposition *La Mer pour mémoire*.

Une deuxième série de 172 objets, issus des campagnes de fouilles menées en 2003-2004 et présentant toujours des typologies très diverses, a été prise en charge par ARC-Nucléart dès février 2006. On y retrouve des objets de gréement (épissaires, poulies simples, poulies de cargue, caps de mouton, pommes de racage, fragments de cordages, cabillots), des objets de la vie domestique (manches de couteau, cuillères en bois, fragments de jattes, douelles de seaux, de tonneaux ou de baquets, peigne en ivoire;



Objets après restauration.



Pièces d'accastillage dans l'exposition *La Mer pour mémoire*.



Objets en bois gorgé d'eau avant traitement.



Les glènes de cordages dans leur conditionnement de traitement vont être lyophilisés.



La "grappe de raisin" avant traitement.

fragments de chaussures en cuir et de textiles), des objets ayant trait à l'outillage (manches de tarière, cric, pompe à main, maillet de charpentier, grattes de calfat, casiers à clous), ainsi que des éléments ayant rapport à la canonnade (une roue d'affût de canon, un bouton de refouloir, un fragment de boutefeux, un fragment d'éponge à canon).

Les opérations de réception (inventaire, détermination botanique, diagnostic individuel, conditionnement pour l'imprégnation) et de photographies de ce lot d'objets ont été réalisées : la majorité d'entre eux a été mise en traitement d'imprégnation de PEG 4000 ou d'acétone-polyester dès l'automne 2006.

Parallèlement, les objets comportant du cuir ont été étudiés et traités par le 2CRC à Moirans.

Les objets en os et ivoire ont, quant à eux, été imprégnés de résine Primal et séchés sous cloche.

Les traitements des fibres végétales et animales ont, pour leur part, débuté par celui d'un textile en laine, totalement replié sur lui-même, concrétionné et poissé, et retrouvé soudé à une douelle de tonneau. Après une succession de bains d'acétone, un nettoyage fin, et après déploiement, on a découvert un textile lacunaire qui se révèle complexe à identifier.

À la fin des traitements, la restauration et le conditionnement des objets seront entrepris en début d'année prochaine, pour restitution au musée en juin 2009. En août 2008, à l'issue de la dernière campagne de fouilles, le DRASSM et le musée ont confié à ARC-Nucléart, pour stockage avant appel d'offre, une troisième série d'environ 400 objets (fouilles 2005-2008).

SAINT-NAZAIRE (Loire-Atlantique) épave du *Juste*

Charge de canon, dite "grappe de raisin"

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : ARC'Antique ; DRASSM

Collaboration : ARC'Antique, Nantes

Découvert par ARC'Antique lors du forage du fût d'un canon du *Juste*, vaisseau de la flotte royale française coulé lors de la "bataille des Cardinaux" en novembre 1759 à l'entrée du chenal de la Loire, à six milles du port de Saint-Nazaire, cet objet, composite par excellence, est constitué d'un socle en bois, de neuf boulets en fonte, d'une tige métallique en fer forgé, de deux ligatures en corde et d'un sac de toile.

Après traitement de déchloruration du métal par ARC' Antique, il a été confié à ARC-Nucléart en mars 2007 pour traitement, toujours en cours, par la méthode "Nucléart".

Un lot de cordelettes détachées a été traité par la méthode "Parks Canada".

L'objet retournera ensuite à ARC' Antique pour restauration avant d'être présenté au prieuré Saint-Nicolas, aux Sables-d'Olonne.

SAINTE-ANNE-SUR-BRIVET (Loire-Atlantique) la Crôle

Fragment de pirogue

Âge du bronze

Interlocuteurs : Marie-Hélène Santrot, musée Dobrée, Nantes ; Anne de Saulce, service régional de l'archéologie, DRAC Pays-de-Loire ; Christophe Devals, Inrap Grand-Ouest

Découverte en 1995 lors du dragage de la rivière du Brivet à Sainte-Anne-sur-Brivet, au lieu-dit la Crôle, cette arcase (extrémité arrière) de pirogue a été datée de l'âge du bronze. Après réception, un traitement par immersion dans une solution de PEG 4000 a débuté en été 2007 pour s'achever en mars 2008. Le séchage a ensuite été obtenu par lyophilisation.

La restauration a porté sur d'importantes opérations de collages et de consolidation du bois avant de que ne soit reconstituée l'arcasse, en repositionnant tous les éléments sur un support provisoire.

Un soclage sur un support de présentation muséographique est programmé pour le début de l'année 2009.



Le fragment de pirogue avant traitement.

Lac de SANGUINET (Landes) Put-Blanc

Interlocuteurs : Bernard Maurin, centre de recherches et d'études scientifiques de Sanguinet ; commune de Sanguinet ; Philippe Camin, conservation départementale des musées des Landes

Pirogues

Âge du bronze et âge du fer

Le lac littoral de Sanguinet, dans les Landes, s'est formé à la suite de l'obstruction de l'embouchure de la Gourgue, rivière côtière d'Aquitaine, vers 4000 avant J.-C. Au fil des siècles, le lac n'a cessé de



Les deux pirogues dans leur bassin de traitement.



Nettoyage de la pirogue n°20 après traitement.



Positionnement du tableau arrière de la pirogue n°20.



Fabrication du support de la pirogue n°5.



La pirogue n°5 est placée sur son support.

s'accroître, repoussant sans cesse les riverains et noyant, au rythme de la progression des eaux, des habitats de l'âge du bronze, de l'âge du fer ou de l'Antiquité. Sous les eaux, les nombreuses découvertes archéologiques ont confirmé le phénomène. Parmi les pirogues retrouvées et étudiées, deux d'entre-elles ont été sélectionnées, en raison de leur représentativité et de leur état très satisfaisant, pour bénéficier d'un traitement de conservation.

La pirogue n°20 datée du bronze moyen (1732-1404 avant J.-C.) est en chêne. Seule l'extrémité arrière, très massive, est conservée sur 4,80 mètres pour une largeur maximale de 1,10 mètre. Une rainure, encore très visible, recevait probablement le tableau arrière découvert à proximité de la pirogue. Une dizaine de jauges de profondeur sont présentes sur le fond de la pirogue et les bouchains.

La pirogue n°5 diffère à plus d'un titre de la précédente. Elle a été datée, par la méthode carbone 14, de l'âge du fer (740-620 avant J.-C.). Elle est conservée sur toute sa longueur, 7,75 mètres, et a été taillée dans un pin. Deux nervures transversales sont réservées dans le quart arrière de la pirogue. Neuf jauges de profondeur sont régulièrement disposées sur le fond.

Les pirogues ont été extraites du lac de Sanguinet en septembre 2003, puis livrées à Grenoble. La pirogue n°5 était entière au moment de sa découverte. Malheureusement, le fort clapot qui agitait la surface du lac le jour de l'extraction, a provoqué sa rupture en trois éléments.

Les pirogues ont été placées dans le plus grand bassin de l'atelier afin de subir une imprégnation à saturation, par brumisation à chaud de PEG 4000. L'imprégnation a duré de février 2004 à juin 2005. Un séchage contrôlé dans une enceinte climatisée a, ensuite, été mené entre 2005 et 2006. Le nettoyage du bois a été entrepris à la suite.

La commune de Sanguinet, assistée par Philippe Camin, a sélectionné, à la suite d'un appel d'offre, l'entreprise dauphinoise Mérit pour la réalisation des supports de présentation. Ces travaux de chaudronnerie ont été menés en parallèle avec les interventions de restauration.

Les deux pirogues ont été restituées en juillet 2008 à Sanguinet où elles ont été installées dans le musée d'histoire locale.

Sabot

Fin du XVI^e siècle

Interlocuteur : commune de Sanguinet

Un sabot et ses éléments en cuir ont été restitués à la commune de Sanguinet en juin 2008, pour présentation au musée.



Les pirogues quittent Grenoble.

SARTÈNE (Corse-du-Sud) abri de Scaffa Piana

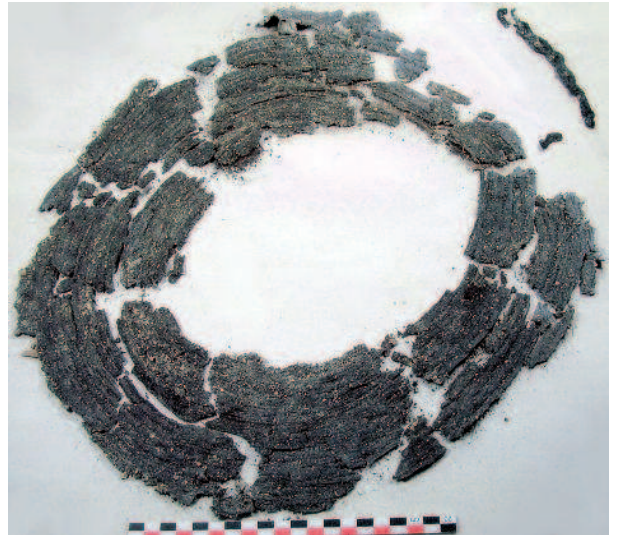
Nasses en vannerie

Époque néolithique

Interlocuteurs : Paul Nabbia, musée départemental de Préhistoire corse et d'Archéologie, Sartène ; Joseph Césari, service régional de l'archéologie, DRAC Corse

Mises au jour en 1978, plusieurs vanneries sèches ont été confiées à l'atelier pour restauration, par le musée départemental de Préhistoire corse.

Ces vestiges d'une extrême fragilité seront consolidés, après nettoyage, et conditionnés pour stockage ou présentation muséographique.



Fragment d'un grand panier avant restauration.

SEMÉCOURT (Moselle) Grignon Pré

Cuvelage de puits

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Olivier Caumont, service régional de l'archéologie, DRAC Lorraine

Les quinze douelles composant ce cuvelage de puits, découvert en 1990, ont été traitées par imprégnation de polyéthylène glycol suivie d'une lyophilisation.

À l'issue de ce traitement, les différents éléments ont été nettoyés afin d'éliminer les restes de résine. Les fragments ont été collés au Paraloid B72 à 40% dans l'acétone. La totalité de la surface a, ensuite, été consolidée par un film de Paraloid B72 à 10% dans le toluène. Enfin, en vue de limiter, au mieux, les échanges hygrométriques et le ré-empoussièrment, la surface a reçu une couche cire microcristalline.

Ce cuvelage a été restitué au premier trimestre 2006.



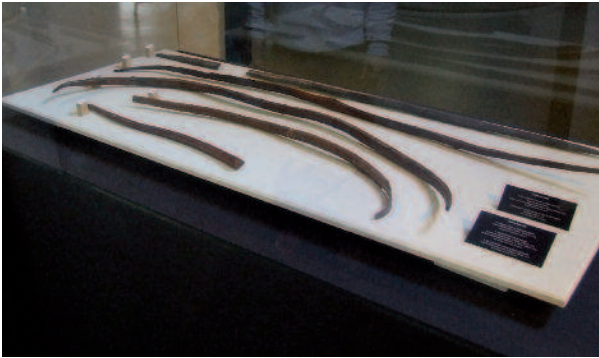
Éléments du cuvelage après traitement.

SOLUTRÉ (Saône-et-Loire)

Objets de chasse

Préhistoire

Interlocuteur : Sylvain Quertelet, musée départemental de Préhistoire, Solutré-Pouilly



Une vue de l'exposition *Arc et flèche*.

Une très belle exposition, intitulée *Arc et flèche*, a été organisée par le musée départemental de Préhistoire de Solutré, en 2006. Les musées suisses ayant prêté des pièces magnifiques avaient assorti le prêt des objets à la condition que toutes les manipulations seraient effectuées par des restaurateurs diplômés. ARC-Nucléart a donc missionné, en début et fin d'exposition, un restaurateur pour les sorties et les mises en caisses, ainsi que la présentation en vitrines.

TARDINGHEN (Pas-de-Calais)

Fragment d'embarcation

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Angélique Demon, service archéologie, Boulogne-sur-Mer ; Gérard Fosse, Stéphane Révillion, service régional de l'archéologie, DRAC Nord-Pas-de-Calais ; Michel L'Hour, Elizabeth Veyrat, DRASSM



Le fragment d'épave lors de sa découverte.

Découvert sur la plage du Châtelet en novembre 2005, cet élément d'embarcation (muraille) aurait dû être mis en traitement à la suite de sa réception à l'automne 2007. Cependant, des analyses de la fine couche de concrétion superficielle ont révélé un fort taux de pyrite et de silice. Des analyses supplémentaires ont permis de définir que la présence de cet élément n'était pas généralisée, et qu'il était presque absent dans l'épaisseur des bois. Des changements de bains successifs ont permis de désagréger la concrétion superficielle qui a fini par être enlevée de la surface des objets par action mécanique. Un dernier nettoyage de surface a été réalisé avant la mise en traitement en mars 2008. Une surveillance fréquente et rigoureuse de son déroulement est effectuée afin de contrôler, d'une part, le risque de prolifération microbologique et, d'autre part, l'influence de la concrétion résiduelle sur l'imprégnation du bois par le polyéthylène glycol 4000.

TARTONNE (Alpes-de-Haute-Provence)

Seaux

Époque médiévale

Interlocuteurs : Myette Guiomar, réserve géologique de Haute-Provence ; Xavier Delestre, Gaétan Congès, service régional de l'archéologie, DRAC Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Les vallées de l'Asse de Clumanc et de l'Asse de Moriez ont la particularité de posséder des puits d'eau salée dont l'un se trouve sur la commune de Tartonne. Ce gisement d'eau salée, aujourd'hui inutilisé, a constitué pendant des siècles une ressource précieuse et très convoitée dans une région éloignée de la mer.

Les premières analyses dendrochronologiques réalisées sur les bois du cuvelage de ce puits le datent du XIII^e siècle, cependant les trouvailles s'étendent jusqu'au XX^e siècle.

Parmi elles, nous ont été confiés trois seaux monoxyles, dont l'un à fond conique, comportant chacun un système de cerclages et de préhension en fer dont il subsiste la trace. Après plusieurs mois de rinçage en eau douce, les seaux ont été plongés dans un mélange d'acétone, puis de résine styrène-polyester. Au milieu de l'année 2008, une fois l'imprégnation de résine à saturation achevée, les objets ont été irradiés sous rayonnement gamma pour polymérisation de la résine (traitement "Nucléart"). Un nettoyage de surface et un conditionnement ont conclu l'opération de conservation des seaux qui ont été restitués à la réserve géologique de Haute-Provence en octobre 2008.

À cette occasion, une auge et deux poulies ont été livrées à Grenoble, rejoignant le treuil du puits, à l'atelier depuis mars 2008. Leur traitement d'imprégnation au PEG 4000 est en cours.



Nettoyage de la surface d'un seau après traitement.



Un seau de Tartonne après restauration.

TOULON (Var) place Besagne-Dutasta

Bateaux antiques

I^{er} - V^e siècles

Interlocuteurs : François-Xavier Amprimoz, musées de Toulon ; Josée Teisseire, Ville de Toulon

Les fouilles menées en 1987 et 1988 dans le centre ville de Toulon ont conduit à la découverte de vestiges d'embarcations d'époque antique : deux barques de type *horeia*, du I^{er} siècle après J.-C., et trois fonds de carènes plus tardifs, du V^e siècle.



Petite *horeia*.



Détail d'un assemblage de quille après traitement.



Détail d'un fragment de quille portant un trait de Jupiter.

Après études et prélèvements réalisés dans des délais très limités, les *horeiae* furent démontées et livrées en 1990 à Grenoble, puis traitées et conservées jusqu'à ce jour dans les réserves de l'atelier.

Les éléments détachés des trois fonds de carènes furent stockés par immersion dans de l'eau pendant de nombreuses années avant d'être traités à leur tour. À la suite d'une imprégnation de PEG 4000, plusieurs cycles de lyophilisation ont permis de sécher, entre 2005 et 2006, les centaines de fragments des épaves.

Le stockage, assuré depuis par l'atelier, a pris fin en juillet 2008 à l'occasion de la restitution à la Ville de Toulon d'une trentaine de caisses contenant l'ensemble des vestiges.

TOULOUSE (Haute-Garonne) place Esquirol

Objets de la vie quotidienne

Moyen Âge

Interlocuteur : Marie-Pierre Chaumet-Sarkissian, musée Paul-Dupuy, Toulouse

À la demande du musée Paul-Dupuy à qui la collection a récemment été dévolue, une expertise et une intervention d'urgence ont été réalisées, en 2008, sur des objets en matériaux organiques issus des fouilles préventives effectuées sur le tracé du métro de Toulouse en 1991, à l'emplacement de la *cloaca maxima*.

Cet ensemble, qui était signalé comme typologiquement exceptionnel, pose problème en raison d'un stockage dans des dépôts inadaptés à une conservation à long terme. Les objets sont dans un état de dégradation extrêmement préoccupant et un choix quant à leur conservation doit être fait.

À la suite d'une expertise sur place, un rapport a été émis dans lequel plusieurs états de dégradation des bois gorgés d'eau sont constatés :

- une défibrillation du bois entraînant la disparition de la surface originelle de l'objet sous l'action du moindre mouvement de l'eau de stockage,

- un affaissement du volume : l'objet ne supporte pas son propre poids et se brise lorsqu'il n'est plus soumis à la poussée d'Archimède,
- une gélatinisation totale de certains objets : la matière est tellement gorgée d'eau qu'elle ne forme plus qu'une masse molle et mouvante, ce qui empêche toute manipulation et transport.

Lorsque les sachets ou les boîtes de stockage n'étaient pas hermétiques, on constate trois états de dégradation dus à la déshydratation :

- des écrasements : en l'absence d'eau formant une protection contre les pressions et les chocs, les objets ont été comprimés dans les sachets,
- des effondrements : les objets sont en cours de séchage et présentent, localement, un retrait de leur volume initial,
- une déformation et une fissuration générale : la déshydratation complète de certains objets a entraîné la perte de leur surface et de leur volume initial. Dans certains cas, seules quelques esquilles de bois demeurent au fond du contenant.

La mesure la plus urgente a consisté à prendre en charge la totalité des bacs contenant la collection dans nos locaux, afin de réaliser un constat d'état précis, avec photographie, de chaque pièce. Ce diagnostic a permis de faire un tri des objets et d'émettre pour une quarantaine d'entre-eux une proposition de traitement.



Douelles de tonneau en bois gorgé d'eau très dégradé.

TOURVILLE-LA-RIVIÈRE (Seine-Maritime) la Voie-du-Mesnil

Objets en bois

Époque néolithique

Interlocuteurs : Guy San-Juan, Muriel Legris, service régional de l'archéologie, DRAC Haute-Normandie

Le SRA de Haute-Normandie nous a confié, pour stabilisation, les fragments d'un arc et des pièces de bois gorgés d'eau présentant des traces d'outils. Après nettoyage à l'eau courante, les bois ont été imprégnés dans une solution de PEG 4000 à 20 puis 35% pendant plusieurs mois. Ils ont ensuite été congelés à moins de -35°C et asséchés par lyophilisation. Les opérations de stabilisation terminées, les bois ont été brossés et chauffés afin d'éliminer les excès de polyéthylène glycol présents en surface. Un fragment a été recollé avec un adhésif acrylique en solution dans l'acétone (le Paraloid B72). Les bois ont ensuite été conditionnés dans un carton sans acide sur de la mousse de polyéthylène. Ils sont en attente de restitution.



Les bois après restauration.



Les bois du cuvelage après traitement.

TRÉMERY (Moselle)

Cuvelage de puits

La Tène

Interlocuteur : Olivier Caumont, service régional de l'archéologie, DRAC Lorraine

Le cuvelage de puits et les petits objets associés ont été restitués après traitement au SRA Lorraine en avril 2006.

VANIKORO (Îles Salomon)

Lunette astronomique

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : ARC'Antique ; Véronique Proner, musée de Nouvelle-Calédonie, Nouméa

Collaboration : ARC'Antique, Nantes

Envoyé sur ordre du roi de France Louis XVI pour une mission d'exploration scientifique en 1785, le capitaine de vaisseau Monsieur de la Pérouse disparaît dans le Pacifique trois ans plus tard avec tout son équipage et ses deux frégates, *La Boussole* et *L'Astrolabe*.

Plusieurs missions de recherches parviennent à localiser le lieu du naufrage : l'île de Vanikoro dans l'archipel des Îles Salomon. La dernière mission archéologique, menée en 2005, permettra l'identification certaine des vestiges du vaisseau amiral *La Boussole* et le sauvetage de nombreux objets, dont les fragments d'une lunette astronomique.

Cette pièce unique se présentait, au moment de sa découverte, sous la forme d'un cylindre de bois d'une vingtaine de centimètres conservé sur une seule de ses extrémités. Un oculaire, en alliage cuivreux, muni d'une lentille est emboîté dans la partie la mieux conservée du cylindre de bois. Deux autres lentilles, serties dans le prolongement de l'oculaire, sont visibles par radiographie X dans le corps de la lunette.

Le laboratoire ARC'Antique a été chargé du traitement et de la restauration de la lunette (démontage, déchloruration, remontage et restauration). La désolidarisation du cylindre de bois a permis un traitement de stabilisation séparé, confié en sous-traitance à ARC-Nucléart en 2007.

Compte tenu du faible niveau de dégradation du bois et de sa grande dureté, une imprégnation dans une solution de polyéthylène glycol 400 a été choisie avant un séchage par lyophilisation.



La lunette à l'arrivée à l'atelier.



Le cylindre en bois après traitement.

Le bois de la lunette a été ensuite nettoyé mécaniquement, puis consolidé par l'application d'un vernis acrylique. Cette partie a été restituée en début d'année 2008 à ARC' Antique pour être ré-assemblée.

La lunette a ensuite été présentée dans l'exposition rétrospective de cette formidable expédition scientifique, *Le Mystère Lapérouse*, organisée au musée de la Marine à Paris de mars à octobre 2008.



La lunette après remontage et restauration.

VILLEFRANCHE-SUR-MER (Alpes-Maritimes)

Épave de la *Lomellina*

XVI^e siècle

Interlocuteurs : Michel Colardelle, Bernard Bachman, Emilie Girard, musée des Civilisations de l'Europe et de la Méditerranée ; Max Guérout, groupe de Recherches en archéologie navale

ARC-Nucléart s'est vu confier une grande partie des objets en bois gorgés d'eau de l'épave génoise de la *Lomellina*, et notamment quelques belles pièces d'architecture navale.

Les objets de petite taille (deux mantelets de sabords, une roue d'affût de canon, plusieurs poulies et moques, une pelle, un pied de pompe...) traités en 2002 par imprégnation de résine polyéthylène glycol ou styrène-polyester ont été restaurés.

Une quarantaine d'éléments de tonnellerie (douelles, fonds et couvercles) traités à 40% de PEG 4000 et lyophilisés au cours du premier semestre 2005, ont été restaurés. Leur projet de restauration restant à définir, leur conditionnement en caisse est en cours. À ce jour nous ne constatons aucune évolution de surface sur l'ensemble des deux lots de cette collection. Leur restitution au MuCEM a été faite en juin 2008.

D'autre part, le séchage contrôlé des quatre roues d'artillerie s'est achevé. Les bois ont été nettoyés des excès de PEG présents en surface. Cependant, quelques semaines après que les roues soient placées en réserve climatisée, nous avons vu apparaître une grande quantité de poudre noire et brillante au niveau des impacts de clous. Ces produits poudreux laissent présager qu'un mécanisme d'oxydation de la pyrite a débuté sous l'influence de l'oxygène de l'air et de l'humidité ambiante. La conséquence très néfaste de l'apparition de ces efflorescences minérales sur l'objet est la formation d'acide sulfurique qui dégrade inexorablement le bois à ces endroits.



Séchage contrôlé des roues d'affût de canon.



Curetage d'une concrétion sur une roue d'affût de canon.



Concrétion en cours de traitement sur le sep de drisse.

Ce phénomène avait déjà été observé sur le sep de drisse et, dans une moindre mesure, sur le calcet et le cabestan de cette collection. Les quelques prélèvements réalisés et analysés en diffraction X ont confirmé la présence d'un taux de pyrite de l'ordre de 10 à 20% qui ne demande qu'à s'oxyder. Il a été décidé de proposer le curetage de ces produits sur les roues et le sep de drisse, seule solution à ce jour qui pourrait ralentir ce phénomène de dégradation. Ces travaux de longue haleine ont débuté à la fin de l'année 2008.

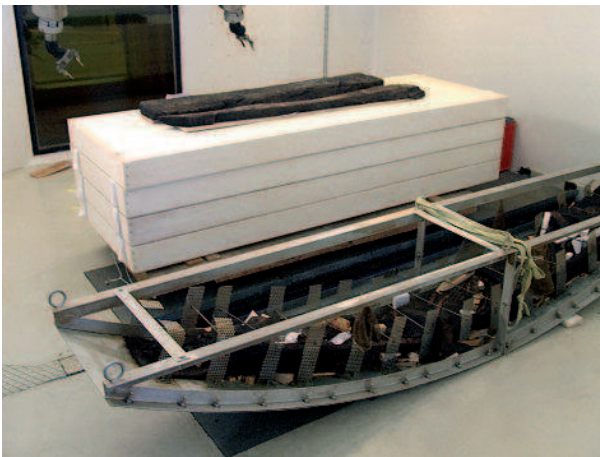
DÉSINFECTION DE COLLECTIONS ARCHÉOLOGIQUES PAR IRRADIATION

Au cours de l'année 2007, face à un certain nombre d'infestations biologiques chroniques des bacs de stockage d'objets gorgés d'eau en attente de traitement, nous avons tenté de réaliser des désinfections par irradiation gamma.

Cette technique s'est montrée particulièrement efficace pour traiter des cuirs archéologiques conservés en eau pour échantillons depuis plusieurs années (collection Lyon Saint-Georges).

Elle s'est montrée plus décevante pour le traitement de gros objets (collections de Lyon Vaise et de Ramsgate) : les populations microbiennes, si elles ont bien considérablement diminué dans un premier temps, tout de suite après le traitement, ont ensuite repris relativement vite leur activité biologique. Ce semi-échec s'explique par la difficulté à appliquer une dose homogène de rayonnement dans les bacs de stockage, dont l'épaisseur d'eau de plusieurs dizaines de centimètres, et d'autant de bois, finit par constituer un écran significatif pour le rayonnement gamma. Il est en effet probable que la source de la nouvelle contamination soit à rechercher à l'intérieur même du bois, là où les populations microbiennes ont pu survivre et se reproduire pour, à nouveau, coloniser les bacs.

Le traitement hors d'eau, réduisant considérablement les épaisseurs, pourra peut-être constituer une solution à l'avenir, à condition que le débit de dose soit suffisant pour traiter les objets dans un temps raisonnable permettant d'éviter leur séchage. Il faudra aussi veiller au confinement de la cuve de stockage après irradiation, afin d'éviter une autre contamination, d'origine extérieure celle-là.



Collections en bois gorgé d'eau dans la cellule d'irradiation.



Une irradiation de collections en cours, vue depuis l'extérieur de la cellule.

COLLECTIONS EXTRA-EUROPÉENNES

MEXICO (Mexique)

Assistance technique pour le traitement d'une statuette maya

Interlocuteurs : Alejandra Alonso Olivera, Coordinación nacional de conservación del Patrimonio cultural, INAH, Mexico ; Dario Mendes, ININ

En août 2006, s'est déroulé dans les locaux de l'Institut national d'Anthropologie et d'Histoire et de l'Institut national d'Investigations nucléaires, le traitement de consolidation, par la méthode "Nucléart", d'une statuette en bois sec recouvert d'une polychromie rouge, présentant des dégradations hétérogènes.

L'opération menée par les restaurateurs et ingénieurs mexicains, avec l'assistance d'un ingénieur-chercheur d'ARC-Nucléart, Quoc Khoi Tran, a fait l'objet d'une présentation à la 15^e Conférence internationale de l'ICOM-CC à New-Delhi en septembre 2008.



CHINE

COLLECTION PARTICULIÈRE

Sculptures funéraires

Période des royaumes combattants (V^e-III^e siècles avant J.-C.)

Entre 2006 et 2008, dix séries d'objets, soit 89 statuettes (serviteurs, gardiens de tombeaux, ensemble sculpté représentant des phénix surmontant des tigres etc.) nous ont été confiées pour traitement et restauration. Mis à part un lot de statuettes laquées, qui a été traité par la nouvelle méthode "azélaïque", le reste des objets a été imprégné par du polyéthylène glycol avant d'être séché par lyophilisation.

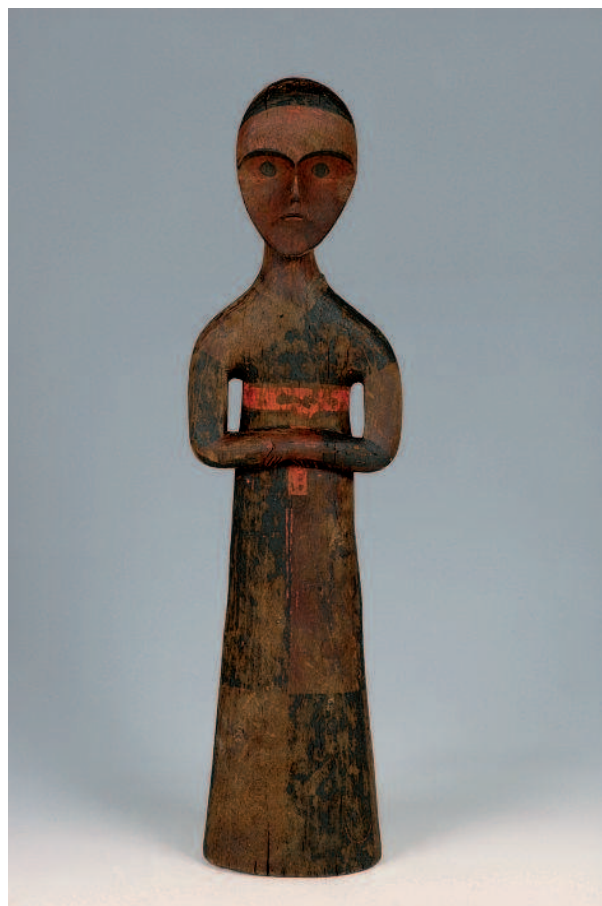
La restauration a consisté en des nettoyages des excédents de PEG, suivi de collages de fragments, de masticages de lacunes et de retouches colorées.

PARIS, MUSÉE CERNUSCHI

Vase en bois laqué

Interlocuteur : Éric Lefebvre, musée Cernuschi

En 2007, ARC-Nucléart a été saisi d'une demande d'expertise sur un vase laqué chinois (*hu*), autrefois



Figurine après traitement et restauration.

gorgé d'eau et traité au moyen d'un produit inconnu, présentant un aspect de surface peu satisfaisant.

Après une tentative infructueuse d'identification du produit en cause par analyse d'un prélèvement de bois, une nouvelle analyse, effectuée sur un papier absorbant ayant été au contact du vase plusieurs semaines, a révélé la présence de glycérol.

Aucune suite n'a été donnée à la proposition de retraitement du vase.

CHENGDU (Sichuan, Chine)

Sarcophages

Dynastie Shu (475-221 avant J.-C.)

Interlocuteurs : Wang Yi, Li Ming Bin, service du patrimoine et des musées de Chengdu

À la suite d'une première mission effectuée en octobre 2006 avec une délégation du ministère français de la Culture, trois membres de l'atelier se sont rendus dans la capitale du Sichuan, sur invitation du service du patrimoine et des musées de Chengdu, afin de mener une expertise sur un ensemble de sarcophages (dits "bateaux-cercueils") en bois humide, découverts en 1999 et datés de la période des royaumes combattants, identifiés comme des sépultures royales. Certains sarcophages sont de dimensions exceptionnelles : les plus grands, monoxyles avec couvercles, font près de 10 mètres de long et jusqu'à un mètre de diamètre.

Depuis la découverte de cet ensemble unique, un traitement d'imprégnation des bois *in situ*, par pulvérisation de polyéthylène glycol, a été entrepris. ARC-Nucléart est pressenti pour apporter son savoir-faire dans l'évaluation et la poursuite du traitement. L'accueil à Grenoble, durant un mois à l'automne 2008, de deux conservateurs des musées de Chengdu a été le premier jalon d'une série d'échanges programmés pour accompagner les efforts de cette ville dans la maîtrise de ce délicat projet de conservation.

D'autre part, de nombreux objets laqués humides ont été retrouvés dans les sarcophages. La question délicate de leur traitement pourrait, également, être l'objet d'une collaboration à venir entre Chengdu et ARC-Nucléart.

Expertise sur le site des "bateaux-cercueils" : constat d'état et tests à l'aiguille sur un couvercle (1) et une cuve (2) de sarcophages, et sur un pilier (3) en bois humide.



COLLECTIONS EN ATTENTE

AGEN (Lot-et-Garonne)

Objets de la vie quotidienne

1^{er} siècle avant J.-C.

Interlocuteurs : Marie-Dominique Nivière, musée des Beaux-Arts, Agen ; Florence Saragoza, service des musées, DRAC Aquitaine

L'acceptation, par l'État, de la datation de cette très importante collection d'objets gaulois, découverts dans un puits rituel de l'oppidum de l'Ermitage à Agen, a permis d'en régler la situation administrative en 2007-2008.

Dévolue au musée d'Archéologie nationale, la collection sera mise en dépôt au musée d'Agen, qui va prendre en charge, en 2009, le traitement de conservation-restauration des divers objets en bois. Ils rejoindront ensuite les deux seaux en bois cerclés de métal, pièces remarquables déjà traitées et restaurées par l'atelier, présentées dans l'exposition *Gaulois des pays de Garonne*, au musée Saint-Raymond à Toulouse en 2004 et au musée des Beaux-Arts d'Agen en 2005.

BOULIAC (Gironde)

Bateau fluvial

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Dany Barraud, Pierre Régaldo, service régional de l'archéologie, DRAC Aquitaine

Faute d'un musée ou d'une collectivité intéressés par cette embarcation, classée au titre des Monuments historiques lors de sa découverte, les vestiges en bois gorgés d'eau, présents dans les bassins de l'atelier depuis 1991, ne subiront pas de traitement de conservation et seront éliminés, selon les directives du service régional de l'archéologie d'Aquitaine, après décision de déclassement.

SAINT-GERMAIN-DES-FOSSÉS (Allier)

Sarcophage

Époque mérovingienne

Interlocuteur : Frédérik Letterlé, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Auvergne

Traité de façon urgente par Arc-Nucléart en 1994, pour des raisons impératives de préservation, cette pièce monoxyle en bois, découverte en 1990, attend toujours dans les réserves de l'atelier le règlement de sa situation administrative (dévolution à un musée ?).

SAINT-JULIEN-DU-SAULT (Yonne)

Cuvelages de puits

Époque gauloise

Interlocuteurs : Jean-Olivier Guilhot, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Bourgogne ; Monique de Cargouët, musées de Sens

Confiés à ARC-Nucléart en 1998, les vestiges de deux cuvelages de puits ont été traités rapidement pour des raisons de sauvegarde, sans que leur destination finale soit connue, et sont toujours en attente de décision administrative dans les réserves de l'atelier.

Le petit mobilier de la vie quotidienne associé à ces cuvelages a été traité et restauré et sera prochainement restitué aux musées de Sens.

COLLECTIONS EN BOIS SEC ET MATÉRIAUX DIVERS



Les collections en bois sec et matériaux divers traitées par ARC-Nucléart en 2006-2008.

■ communes lauréates du concours CEA-AMF

L'ABERGEMENT-DE-VAREY (Ain)

Statues : Vierge à l'Enfant et saint Louis

Bois polychromé

XVI^e siècle

Interlocuteur : Catherine Penez, CAO de l'Ain

Les deux statues se font pendant ; elles ont été confiées à l'atelier en avril 2006.

L'étude stratigraphique, menée sur chacune d'elles afin de déterminer les différentes couches de polychromie, a révélé une homogénéité parfaite, puisque trois couches ont été observées sur chaque œuvre. À partir des observations recueillies sous loupe binoculaire, des tableaux stratigraphiques ont pu être établis.

Par ailleurs, des consolidations ponctuelles ont été effectuées au Paraloid® B72 dans l'acétone, afin de renforcer les zones affaiblies par les attaques d'insectes xylophages.

Pour stabiliser la Vierge à l'Enfant, une semelle a été réalisée en résine époxy, la RenPaste® SV36, après isolation préalable de la surface. Elle a ensuite été collée avec un adhésif réversible (Plextol® B500).

Le bras de saint Louis, qui avait été brisé, a été recollé avec le même adhésif.



Consolidation de la base de la statue de saint Louis.



ALLEVARD (Isère) musée Jadis Allevard

Interlocuteurs : Fabienne Pluchart, Evelyne Bosch-Camillieri,
musée Jadis Allevard

Tableau en cheveux

Fin du XIX^e siècle



Le tableau en cheveux après restauration.

Cette pièce représente l'arbre généalogique d'un coiffeur d'Allevard, Louis Bazin, qui l'a réalisé avec des photographies dont les cadres et les décors sont en cheveux teints et collés sur un fond en verre. Les motifs sont soit libres, soit réalisés sur un papier, puis collés sur la plaque de verre. Il est présenté dans un cadre en bois, protégé par une vitre.

L'intervention de restauration s'est faite au cours des derniers mois de 2007, après désinsectisation sous vide. L'adhésif utilisé était une colle organique totalement dépourvue de souplesse, ce qui avait conduit à un décollement, très important, des cheveux de la plaque de verre. Les cheveux ont été refixés et remis en ordre à l'aide d'une émulsion acrylique pure à 5% dans un mélange eau/éthanol 50/50. La plaque de verre a été nettoyée à l'eau déminéralisée, les photographies au coton-tige à peine humidifié, et les bords ont été recollés sur la plaque de verre au Klucel® G à 5% dans l'eau déminéralisée. Le mastic de vitrier qui maintenait le verre de protection était cassant et très lacunaire. Il a été retiré et remplacé par un mastic de carbonate de calcium lié au Plectol® B500.



La statue en cours de radiographie.

Statue : *Le Serment d'Agrippa d'Aubigné enfant*

Par Pierre Rambaud

Plâtre

1891

La sculpture est un moulage en plâtre à bon-creux, qui a servi pour une fonte au bronze. Les conditions de conservation avaient peu à peu abouti à des dégradations de la pièce. L'intervention a été confiée par le musée à ARC-Nucléart en 2008.

Le bras dextre, qui était dès l'origine rapporté, s'était désolidarisé, et l'assemblage n'en était pas satisfaisant. La base était brisée en plusieurs fragments, la patine s'écaillait et présentait un aspect brillant par endroits (conséquence d'une surchauffe localisée ?), une épaisse couche de poussière recouvrait le tout.

Des radiographies ont permis de voir que les armatures métalliques de la pièce n'étaient pas oxydées. Le bras dextre a été déposé, et son assem-

blage purgé, afin de pouvoir le remettre en place de façon satisfaisante. Un goujon inerte et une résine époxy en pâte ont été utilisés pour cette opération.

Un nettoyage général de la surface a été fait au coton imprégné d'eau déminéralisée. Une isolation préalable du plâtre a été effectuée avant les interventions de masticages et de retouches à l'acrylique.

La base a été réassemblée et une semelle en résine époxy a été réalisée, afin de répartir le poids de la statue et d'éviter de nouvelles cassures. Un film étirable a, au préalable, été placé sous la base, puis la résine en pâte a été appliquée. Une fois durcie, elle a été retravaillée, puis collée avec un adhésif acrylique réversible et mise en teinte à l'acrylique.

Statue : *Le Chevalier Bayard*

Par Pierre Rambaud

Plâtre

1893

La sculpture est une esquisse, moulage en plâtre à bon-cieux qui a servi pour une réalisation à grande échelle, puis une fonte au bronze. Comme pour l'œuvre précédente, des conditions de conservation non satisfaisantes, auxquelles s'est ajoutée une chute sur le côté dextre, ont occasionné de nombreux dégâts qui ont nécessité une intervention, effectuée en 2008.

Des radiographies ont permis de voir que les armatures métalliques de la pièce n'étaient pas oxydées. À dextre, le mors, l'étrier et la jambe du cavalier ont été traités par remise en forme de l'armature interne métallique, suivant le modèle de l'autre côté. L'âme a ensuite été réalisée en RenPaste® (type Master Model Paste®), après isolation préalable de tous les plans de cassure au Paraloid® B44 à 20% dans le xylène et traitement des armatures avec une résine alkyde uréthane. Le surfacage a été fait au Polyfilla®. Pour la jambe postérieure dextre du cheval, un comblement ancien empêchant le bon positionnement de la jambe a été retiré. À cette occasion, une partie de l'armature a été déposée et remplacée par un goujon inerte en inox de diamètre 6 mm.

Les collages ont été effectués au Plextol® B500 par injection, pur pour les cassures et les fissures bien ouvertes, un premier passage à 50% dans l'eau, suivi d'un deuxième, pur, pour les fissures très fines. Les comblements ont été faits au Polyfilla®.

Un nettoyage général de la surface a été réalisé avec un gel constitué de silice micronisée et de laponite dans l'eau.



La statue après restauration.



Retouches colorées en cours sur la base de la statue.



Le chevalier Bayard après restauration.

Les déplacements de la pièce étaient à l'origine de certaines dégradations, car le transport par la prise sous le ventre du cheval provoquait une trop grande tension dans les armatures des jambes, au niveau de la jonction avec la base. Un châssis en tube inox de section carrée a donc été fabriqué. Des écrous carrés ont été soudés à l'intérieur de quatre tubes affleurant la base, afin de pouvoir facilement insérer des anneaux de levage. Des sangles ou des élingues peuvent ainsi être facilement vissées dedans, et, lors du déplacement de la pièce, c'est tout l'ensemble qui peut être soulevé par la base, soulageant ainsi les armatures des jambes du cheval. Ce châssis a été noyé dans une semelle en résine époxy, afin de s'adapter parfaitement à la base de la statue.

Les retouches ont été réalisées à l'aquarelle sur la statue, et à l'acrylique sur la semelle.

ANCÔNE (Drôme)

Statues : Vierge, saint Joseph, ecclésiastique, sainte martyre

Bois polychromé

XIX^e siècle

Interlocuteurs : François Bonpain, commune d'Ancône ; Laurence Pommaret, CAO de la Drôme



Les statues de la Vierge et de saint Joseph prêtes pour la restitution.

Face à une urgence d'intervention en raison de l'état sanitaire des pièces, quatre statues ont été confiées à l'atelier en juin 2006 pour une désinsectisation par exposition au rayonnement gamma.

Puis, au premier semestre 2007, une étude de polychromie a été menée sur les statues de saint Joseph et de la Vierge afin d'évaluer l'intérêt et la faisabilité d'un dégageant des repeints disgracieux. Des consolidations ponctuelles ont été effectuées au moyen d'une résine acrylique, notamment au niveau de la base de la Vierge. Cette dernière présentant des défauts de stabilité préoccupants, une semelle compensatrice et stabilisatrice a été réalisée et collée sur une interface réversible en film étirable.

Le rapport d'étude a permis de décider de ne pas procéder à un dégageant de polychromie sur les deux œuvres.

ANNECY (Haute-Savoie) musée-château d'Annecy

Trois plans-reliefs

Plâtre

Fin XIX^e siècle

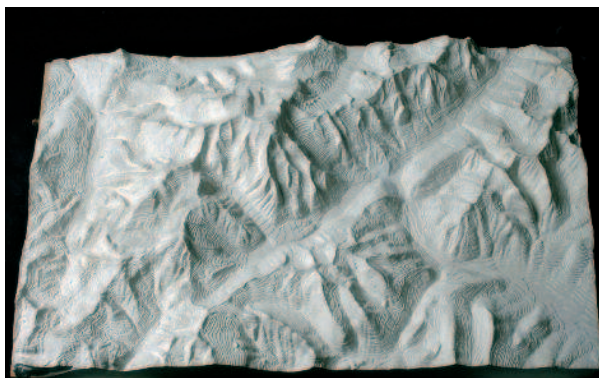
Interlocuteurs : Brigitte Liabeuf, Juliette Singer, musée-château d'Annecy

Deux des plans-reliefs s'assemblent pour former le massif du Mont-Blanc. Le troisième représente la région d'Annecy. Ils ont été restaurés début 2008.

Les deux premiers ont été nettoyés avec un gel à l'attapulгите, car ils n'étaient pas patinés. Le problème qu'ils présentaient était surtout structurel puisque la base des plans-reliefs n'était pas plane. Cela avait conduit à des fissurations importantes d'une longueur à l'autre, par effet de levier. Afin de rattraper cela et éviter, à l'avenir, l'action de levier, un jeu de renforts internes en balsa coupé légèrement débordant a été ajouté, composé de planches sur la longueur, et d'entretoises pour rigidifier le tout. Quelques comblements ont été effectués au Polyfilla® et les retouches faites au pigment lié dans un polybutyral de vinyle, qui respecte la matité du plâtre.

Le plan présentant la région d'Annecy comportait une mise en couleur partielle, notamment sur les cours d'eau et quelques agglomérations. Il a, par conséquent, été nettoyé avec un gel à la laponite, après isolation préalable de la couleur au *drawing-gum*. Les bordures des polychromies ont été stabilisées au Plectol® B500 à 10% dans l'eau. Quelques reprises au Polyfilla® ont été réalisées sur les manques les plus importants, alors que les masticages de surface étaient faits au Modostuc®, et les retouches à l'acrylique.

Les caisses de transport ont été aménagées afin de faciliter le stockage de longue durée de ces objets fragiles dans des conditions satisfaisantes.



L'un des plans-reliefs représentant le massif du Mont-Blanc.



Retrait du gel de nettoyage de la surface d'un plan-relief.

BOURG-EN-BRESSE (Ain)

Ensemble d'œuvres appartenant aux communes de l'Ain, en dépôt aux Archives départementales de l'Ain
Bois polychromé

Interlocuteurs : Catherine Penez, CAO A de l'Ain ; Nelly Prost, service du patrimoine immobilier et mobilier de l'Ain

C'est en septembre 2005 que le service du patrimoine de l'Ain a pris contact avec l'atelier pour une expertise sur la collection des œuvres en bois en dépôt aux



Les œuvres à expertiser.



Préparation des œuvres avant transport, pose de *facings*.



Archives départementales. Une campagne de conservation et d'étude a donc été lancée. Ainsi, la totalité des statues et des pièces de mobilier (49 pièces en tout) a été transférée en fin d'année 2006 à l'atelier pour un traitement de désinsectisation afin de garantir aux œuvres un état sanitaire sûr. La majorité des pièces a été traitée par exposition au rayonnement gamma. Seuls deux reliquaires, comportant des matériaux sensibles à l'irradiation, ont été écartés du lot et désinsectisés par anoxie dynamique sous argon.

De nombreuses sculptures polychromées présentaient des soulèvements préoccupants. Des *facings* ont été posés sur place, avant leur conditionnement et leur transport à Grenoble. Pour les œuvres qui le nécessitaient, des consolidations localisées au moyen d'une résine acrylique ont été réalisées.

Les sculptures ont ensuite fait l'objet, une à une, d'un constat d'état détaillé et de propositions de traitement. Cette opération avait pour objectif de mettre en évidence l'état de conservation des œuvres. Elle visait, également, à mieux cibler les priorités d'intervention en conservation-restauration et à adapter les recommandations en termes de conservation préventive. L'ensemble a été restitué au printemps 2007.

BOURG-EN-BRESSE (Ain) musée du Monastère royal de Brou

Ensemble de sculptures

Plâtre, pierre, terre-cuite

XIX^e siècle

Interlocuteurs : Marie-Anne Sarda, Magali Philippe, Romuald Tanzilli, musée du Monastère royal de Brou



Nettoyage à la vapeur.

L'intervention a porté, au premier trimestre 2007, sur un ensemble de sculptures en plâtre, pierre et terre cuite destinées à une exposition. Les modèles originaux en plâtre portaient différentes marques d'artistes (croix de mise-aux-points, hachures pour rogner le volume, diverses traces de crayon graphite). Le parti retenu a été une intervention minimale pour pouvoir présenter les pièces de façon stable, réassembler les éléments dissociés qui se fractionnaient, afin d'éviter les pertes, etc. L'accent a donc été mis sur les semelles, le collage de fragments et/ou la consolidation de l'existant. Cela a permis de donner une homogénéité à ce groupe.

Les goujonages ont été faits avec de la fibre de carbone, les collages avec une résine acrylique pure en émulsion, le Plextol® B500. Les masticages ont été

appliqués, après isolation préalable de la surface, au Paraloid® B72, soit au Modostuc®, soit au Polyfilla®. Les semelles ont été réalisées, après isolation préalable de la surface au film étirable, avec une résine époxy en pâte, la RenPaste® SV36. Les retouches ont été effectuées à l'acrylique sur les semelles, et à l'aquarelle sur les plâtres.

En 2008, au musée, pose de *facings* sur deux statues du musée, une Vierge à l'Enfant et un saint tenant un livre, et, également, sur deux statues, saint Roch et saint Claude, déposées au musée par le service du patrimoine de l'Ain.

BOURG-SAINT-MAURICE (Savoie)

Statue : saint Pantaléon

Bois polychromé

XVI^e-XVII^e siècles

Interlocuteurs : Pascale Vidonne, service Archives et patrimoine de Bourg-Saint-Maurice ; Philippe Raffaelli, CAO de Savoie

Cette statue a été confiée à ARC-Nucléart en 2007 pour désinsectisation et fixage d'urgence de la polychromie.



Saint Pantaléon.

CHAVANNES-SUR-SURAN (Ain)

Groupe sculpté représentant la mort du Christ et deux statues d'apôtres

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : commune de Chavannes-sur-Suran ; Catherine Penez, CAO de l'Ain

En novembre 2006, cinq œuvres (Pierre et Paul, saints patrons de l'église non identifiables du fait de la perte de leurs attributs, et groupe des trois anges de la Mort du Christ) et l'autel ont été examinés dans l'église par une restauratrice d'ARC-Nucléart, un constat a été établi, des schémas explicatifs sur la réalisation des sculptures ont été dressés.

Les sculptures sont toutes décapées, sans reste important de polychromie antérieure. Un traitement de type Xylophène a été effectué il y a une vingtaine d'années. Au cours de cette opération, le bras droit de l'ange à la couronne a été brisé, puis remis en place par un compagnon menuisier. Il semblerait également que les sculptures ont été recouvertes de blanc à une date inconnue (enduit ou peinture ?).



Les œuvres dans l'église.

Plus récemment (une dizaine d'années ?), un nouveau traitement du même type a été appliqué, mais de façon moins poussée.

Plusieurs œuvres ont subi d'importantes attaques d'insectes xylophages : un saint, le groupe sculpté de la Mort du Christ, l'ange aux clous et à la couronne. Nous avons préconisé une consolidation ponctuelle des zones vermoulues. Les autres pièces, le deuxième saint, l'ange au calice et l'autel sont en meilleur état. Une désinsectisation par voie liquide a été appliquée au pinceau (PerXyl au pyrèthre).



Les statues de Clairavaux dans le caisson d'anoxie.



Retrait de la vermoulure du bois de la statue de la Vierge.

CLAIRAVAU (Creuse)

Retable et neuf statues

Bois polychromé

XVII^e-XIX^e siècles

Interlocuteurs : Martine Chavent, CRMH DRAC Limousin ;
Didier Rimbaud, DRAC Limousin ; Philippe Villeneuve, ACMH ;
Georges Monni, Les Sentinelles des collections

Par appel d'offre, la désinsectisation par irradiation gamma du retable de l'église, qui représentait un volume d'environ 43 m³, et la restauration de neuf sculptures en bois polychromé ont été confiées à ARC-Nucléart en 2007.

Il s'agit de statues représentant saint Étienne et saint Roch (sculptures de retable), saint Roch, sainte Germaine, saint Blaize, de deux Vierges de l'Assomption, d'un Christ de procession et d'une tête masculine, vestige d'une statue, qui ont d'abord été désinsectisées par anoxie dynamique sous azote.

Plusieurs choix de restauration ont été faits :

- La tête sculptée est restée dans un état presque "archéologique", afin de pouvoir en faire une présentation pédagogique. De légers refixages de polychromie et un nettoyage ont été les seules opérations effectuées.
- La Vierge de l'Assomption du XIX^e siècle, constituée de deux parties, face et dos, assemblées, a été ouverte afin de retirer la vermoulure intérieure et de faire une consolidation satisfaisante. La partie arrière, trop fine, ne pouvait cependant pas être manipulée, même après consolidation. Elle a donc été doublée avec une couche de 2 à 3 mm de RenPaste®, puis réassemblée à la pièce avant.

Après un fixage très important de la polychromie et un nettoyage de la surface, l'importance des lacunes de polychromie a été mise en évidence. Une discussion entre les responsables et les restauratrices,

a permis de décider une intervention "légère", à savoir pose de mastics et retouches sur les lacunes les plus petites, afin d'unifier au maximum les restes de polychromie et permettre une lecture satisfaisante.

- Les autres pièces ont été nettoyées, un fixage de la polychromie a été réalisé, les clous ont été traités contre la corrosion, quelques mastics ponctuels ont permis de faire de retouches pour unifier la couche picturale.

Des assemblages peu complexes et des petites restitutions ont également été faits. La stabilité de l'ensemble des pièces a été revue.

En 2009, des dispositifs de sécurité complèteront les travaux de restauration.



Retouche de couleur sur la statue de saint Roch.

CLUSES (Savoie)

Statues de la Vierge et de saint Jean

Bois autrefois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteur : Florence Poirier, service Archives et Patrimoine de Cluses

Les statues de saint Jean et de la Vierge font partie du groupe sculpté de la crucifixion du Christ dans l'église de Cluses, où elles sont posées en bas de la croix sur la Poutre de Gloire.

À part quelques traces de préparation, les œuvres sont dépourvues de polychromie et toute leur surface était couverte d'une épaisse couche de cire foncée, d'aspect brillant. Elles sont constituées de pièces assemblées. Le bois, en particulier celui des bases, a subi des attaques anciennes d'insectes xylophages et l'on a noté la présence de plusieurs fentes et fissures. En novembre et décembre 2008, les pièces ont d'abord été désinsectisées par irradiation gamma, puis dépoussiérées avec une brosse douce sous micro-aspiration.

Sur la statue de la Vierge, les clous oxydés ont été enlevés et les différents éléments collés, le bras senestre a été déposé et repositionné correctement. La partie fragilisée de la base a également été collée. Des plots compensateurs, en résine époxy RenPaste® déjà durcie, ont été collés en dessous la base, afin de stabiliser l'œuvre.

La consolidation de la base de la statue de saint Jean, au bois vermoulu, a été effectuée avec du Paraloid® B72 à 10% dans de l'acétone. Les deux éléments détachés au niveau du pied n'étaient pas



Les statues avant restauration.





L'objet après restauration.



parfaitement jointifs. Ils ont été positionnés et collés avec une résine RenPaste®, ce qui a permis de combler les cavités.

Afin de rétablir la stabilité de la sculpture, une semelle compensatrice en résine époxy (RenPaste®) a été réalisée. La planche en contreplaqué, clouée au dos de la statue, a été déposée.

Sur les deux sculptures, les joints de collage ont été mastiqués avec un enduit de rebouchage (Modostuc®). La retouche ponctuelle a été effectuée à l'acrylique.

LA CÔTE-SAINT-ANDRÉ (Isère) musée Hector Berlioz

Interlocuteurs : Chantal Spillemaecker, Antoine Troncy, musée Hector Berlioz, La Côte-Saint-André

Appareil de cosmographie

Bois polychromé, papier, métal

XVIII^e siècle

L'objet, ayant appartenu au père d'Hector Berlioz, a été confié à ARC-Nucléart pendant six mois en 2007. Il a été démonté partiellement pour faciliter le nettoyage. Une détermination des essences a été effectuée par le CEDRE à Besançon : les deux plateaux supérieurs et inférieurs sont en tilleul, le manche en aulne.

Les parties en laiton ont été nettoyées à l'éthanol additionné, ponctuellement, de fleur de ponce. Le globe terrestre, en papier, a été légèrement nettoyé à l'éthanol. La polychromie du pied a été nettoyée en phase aqueuse, avec des reprises locales au white-spirit pour les dorures. Les masticages et les retouches, à l'aquarelle et ponctuellement au pigment, ont uniquement portés sur le pied polychromé. Un film protecteur de cire cosmoloïd a été appliqué en fin de traitement afin de faciliter l'entretien de la pièce.

Statue : Hector Berlioz en pied

Plâtre

XIX^e siècle

En octobre 2007, le musée a saisi l'atelier d'une demande d'intervention à la suite d'un accident provoqué par un visiteur s'étant appuyé sur la base de la statue. Le trou a été réduit par la pose d'un mat de verre enduit d'adhésif acrylique, qui a servi d'assise à un comblement. Une retouche à l'aquarelle a complété l'opération.

DIGNE-LES-BAINS (Alpes-de-Haute-Provence)

Statue :Vierge à l'Enfant

Bois doré et polychromé

XVIII^e siècle (?)

Interlocuteur : Jacqueline Ursch, CAO A des Alpes-de-Haute-Provence

En fin d'année 2005, une statue polychromée et dorée, retrouvée après un vol immergée dans le canal de la Durance, a été confiée à l'atelier. Une première phase de conservation a été immédiatement entreprise pour enrayer les processus de dégradation de la pièce, liés à son extrême humidité et aux développements biologiques qui en résultaient. Ainsi, la sculpture, après les interventions de fixage provisoire en vue de son transport, a fait l'objet d'une désinfection par irradiation gamma afin d'éradiquer une attaque fongique préoccupante. Puis, elle a été stabilisée par séchage contrôlé dans une enceinte climatique durant près de quatre mois. Des variations d'adhérence de la couche picturale ayant été remarquées lors du séchage, les *facing* ont été maintenus en place durant toute la période du traitement.

C'est au second semestre 2006 qu'ont été entrepris les travaux de restauration proprement dit. Des reprises de fixage ont été menées au moyen d'une émulsion acrylique infiltrée sous les écailles, parallèlement à l'enlèvement des carrés de papier japonais des *facing*. La corrosion des éléments métalliques, du fait de l'humidité excessive, a occasionné des auréoles très peu réversibles. Nous avons décidé de cibler les interventions de passivation aux seules fixations d'origine. Cette opération a été réalisée au moyen d'un pinceau électrolytique. Les clous rapportés ont, quant à eux, été éliminés.

L'enjeu principal de la restauration était de restituer une unité visuelle tout en respectant le caractère extrêmement lacunaire de la polychromie.

Le parti a donc été pris de retoucher l'ensemble des restes de préparation blanche à l'aquarelle. Auparavant, cette couche extrêmement fragile, tout particulièrement aux solutions aqueuses, a été protégée par un film de résine consolidante mate, compatible avec le produit de retouche retenu.

Enfin, la restauration s'est achevée par l'application d'une couche de cire protectrice anti-statique et d'un insecticide préventif.



Fixage de la polychromie.



La statue à la fin de l'intervention.

DUNKERQUE (Nord) musée portuaire

Figure de proue de la goélette *Martha*

Bois polychromé

Fin XIX^e (1877)

Interlocuteur : Marie-Laure Griffaton, musée portuaire, Dunkerque



Dégagement d'un repeint épais et grossier sur le visage.



Remontage du visage de la figure de proue.

La figure de proue de la goélette de pêche *Martha*, de l'armement Vancauwenberghe-Lemaire, a été confiée à l'atelier en 2005 par le musée portuaire pour d'importantes opérations de conservation et de restauration, nécessitées par son état après son exposition aux intempéries durant plusieurs décennies dans le jardin de l'armateur.

Après une désinfection par exposition au rayonnement gamma, les travaux de restauration ont pu être entrepris. Il a fallu, d'abord, effectuer une dérestauration puisque l'œuvre avait connu plusieurs tentatives de "réparations" infructueuses, ayant même accéléré la cinétique de dégradation (rajout de mousse de polyuréthane expansé, de fers à béton, clous et mortiers divers, repeints en couches épaisses).

Face à la dégradation excessive de la structure du bois, la consolidation par imprégnation de résine styrène polyester s'est révélée incontournable pour redonner à la matière une cohésion nécessaire en vue de la restauration. Cependant, une imprégnation par immersion était en tout premier lieu inenvisageable, compte-tenu des forces impliquées par la poussée d'Archimède, ainsi que par la légère surpression nécessaire à la pénétration de la résine, aussi mesurée soit-elle. De plus, compte tenu du caractère irréversible du traitement "Nucléart", il était impératif de procéder à l'élimination des matériaux exogènes et au démontage complet des différents fragments avant toute consolidation du bois.

De ce fait, le démontage a été mené en parallèle avec les consolidations ponctuelles des zones les plus sensibles. Des bandelettes de maintien en mat de verre ont donc été fixées au moyen d'une résine acrylique.

Ce sont ensuite les opérations de remontage qui ont été effectuées : collages, collages-bouchages et tenonnages puis comblements, pour remettre en situation tous les fragments.

Les partis de comblements et de retouche se sont efforcés de restituer la compréhension des volumes tout en assumant les lacunes dues à l'histoire mouvementée de cette pièce.

La restauration s'est achevée par une mise sur support en vue de sa présentation, à partir de juin 2006, dans l'exposition *Pêcheurs d'Islande, une vie sans printemps* au musée portuaire.

GRENOBLE (Isère) musée Dauphinois

Groupe sculpté : Notre-Dame de la Salette

Bois polychromé

XIX^e-XX^e siècles

Interlocuteurs : Sophie Dupisson, Ghyslaine Girard, service du Patrimoine culturel de l'Isère

Ce petit groupe sculpté a été confié à l'atelier en mai 2007 pour un bichonnage ainsi que la conception et la réalisation d'une caisse de conditionnement et de transport pour une exposition itinérante.

Des travaux de dépoussiérage, fixage, nettoyage, collage ont été réalisés. Des retouches colorées, en vu d'intégrer les lacunes, ont été menées à l'aquarelle.



MÉAUDRE (Isère)

Statue :Vierge

Par Émile Gilioli

Pierre calcaire

1945

Interlocuteur : Robert Grissot, commune de Méaudre

La dépose de la sculpture a été effectuée en avril 2007. Les deux éléments constituant l'œuvre ont été désolidarisés lors de cette opération, puis transportés à l'atelier. Un nettoyage chimique (pâte Mora) a été effectué, puis des compresses d'eau oxygénée à 30% ont permis de parfaire le nettoyage. Les racines de lichens récalcitrantes ont été retirées par micro-sablage, avec de l'oxyde d'alumine à 29 microns sous une pression de 0,3 bars.

Le goujon original, en matériau ferreux, était complètement oxydé et incrusté dans le matériau. Afin de le retirer et de préparer le percement pour une nouvelle armature inerte, nous avons utilisé une carotteuse diamantée sur colonne. À cette occasion, les deux éléments de l'œuvre ont pu être pesés, la partie basse pèse 117 kg, la partie haute 188 kg. Les restitutions diverses en ciment ont été retirées et les plans de joint micro-sablés.

La nouvelle armature en inox, un tube de 34 mm de diamètre, a été insérée puis fixée avec un adhésif à deux composants, la résine HIT-HY 150 332/2®.

Les restitutions ont été réalisées à la chaux et à différentes granulométries de sable.

La statue a été réinstallée à son emplacement original, en extérieur, en septembre 2007.



Réassemblage des deux parties de la statue.



La statue réinstallée après restauration face au village de Méaudre.



Saint Jacques après restauration.

NOLAY (Côte-d'Or)

Statue : saint Jacques

Bois polychromé

XVI^e siècle

Interlocuteurs : Pierre Barbiery, Robert Lorges, commune de Nolay

Cette sculpture a fait l'objet d'une désinsectisation par irradiation gamma lors de sa livraison à l'atelier en août 2006. Des zones ponctuelles de la sculpture avaient subi d'importantes dégradations ayant conduit à des ruptures du matériau. En conséquence, des consolidations ponctuelles des zones fragilisées ont été nécessaires. Les fragments ont ensuite été remis en place et les volumes manquants comblés. Enfin, des retouches colorées ont permis d'intégrer les restitutions et d'harmoniser l'ensemble. L'opération s'est terminée par l'application des couches protectrices d'usage en juin 2007.



Éné après traitement.

PARIS (Seine) Fonds national d'art contemporain

Trois sculptures : *Éné*, *Iné* et *Nonlé*

Par Dolo

Souches de bois

1997

Interlocuteurs : Christian Binet, restaurateur ; Aude Bodet, FNAC ; Geneviève Bresc-Bautier, musée du Louvre

Les œuvres étaient exposées en extérieur, dans le Jardin des Tuileries à Paris, à proximité d'arbres. Cela a favorisé le développement d'algues unicellulaires qui, associées à des déjections aviaires, ont provoqué des dégradations, dont d'importantes fissures. La résistance mécanique de certaines zones s'en est trouvée amoindrie. Afin de pouvoir les traiter, elles ont été déposées et transportées à l'atelier ARC-Nucléart en avril 2006.

Les sculptures ont été nettoyées à l'aide de cotons-tiges imbibés d'eau, roulés à la surface. Les développements d'algues vertes ont été traités localement avec de l'eau oxygénée.

La méthode "Nucléart sec" (imprégnation de résine styrène-polyester polymérisée sous rayonnement gamma) a été retenue pour consolider le bois. Au cours du traitement, un fragment (doigt) de Ené s'est désolidarisé. Il a été recollé avec une résine acrylique pure, le Paraloid® B72 à 40% dans l'acétone. Sur la même pièce, une coulure de résine, après traitement, a été reprise au scalpel.



Les trois sculptures en cours d'irradiation.

PARIS (Seine) musée des Civilisations de l'Europe et de la Méditerranée

Figurine en pain représentant un diable

xx^e siècle

Interlocuteurs : Michel Colardelle, Bernard Bachman, MuCEM

Cet objet, provenant de Soriano en Sicile, a été confié à ARC-Nucléart en juin 2007 pour restauration à la suite d'un bris en plusieurs morceaux intervenu au cours d'une exposition.

Avant toute autre opération, il a été décidé de consolider le matériau par la méthode "Nucléart" (imprégnation de résine styrène-polyester, puis polymérisation sous rayonnement gamma).

Le remontage a, ensuite, été réalisé en posant des goujons en fibre de verre de différents diamètres, suivant la section et le poids des éléments à rassembler, avec un adhésif époxy. Toutes les opérations ont été menées sur un plateau en contreplaqué, afin de limiter au maximum les efforts sur les assemblages. Afin de sécuriser les collages, un doublage a été réalisé sur le revers, avec du mat de verre et du Paraloid® B72. L'objet avait, au préalable, été isolé par un film étirable, puis de la mousse polyuréthane avait été insufflée pour faire un "matelas" et pouvoir retourner sans danger la pièce pour le remontage (voir photo page 83 en haut).



En haut : réassemblage des fragments après consolidation du matériau.
En bas : la tête du personnage après restauration.



Le diable a retrouvé belle allure !



Un reliquaire et des reliques.



Le diable a ensuite été retourné pour effectuer les comblements et masticages au Modostuc®. Les légers décalages survenus au cours de la consolidation "Nucléart" ont été repris avec une résine époxy en pâte, la RenPaste®. Les retouches ont été effectuées avec une technique mixte aquarelle/acrylique.

Il a décidé d'effectuer une intervention complémentaire sur le support de présentation, en ajoutant onze pattes pour sécuriser l'objet de façon satisfaisante.

PLANCHERINE (Savoie) abbaye de Tamié

Reliques de saint Pierre de Tarentaise

XII^e siècle

Interlocuteurs : Frère Jean-Bénilde, abbaye de Tamié ; Philippe Raffaelli, CAO de Savoie ; Marie-Anne Guérin, musée Savoisien, Chambéry ; Laure Cadot, C2RMF

En octobre 2008, à la demande de l'abbaye de Tamié et des responsables patrimoniaux de Savoie, une mission d'expertise a été effectuée sur les reliques de saint Pierre de Tarentaise, fondateur et premier abbé de Tamié, afin de déterminer les causes des altérations constatées par les moines. Les reliques sont conservées dans trois reliquaires vitrés, deux en bois doré (dont l'un a été transféré de l'église de Vesoul à Tamié), l'autre en métal et bois.

Des prélèvements biologiques ont été effectués et ont, ensuite, été soit examinés directement (restes d'insectes), soit mis en culture puis observés.

La présence d'insectes xylophages a été mise en évidence, que ce soit sur le bois du reliquaire de Vesoul ou dans les reliques elles-mêmes, car ces insectes se sont attaqués aux chairs desséchées. Des insectes nécrophages ont également été observés. Ils peuvent s'attaquer aux peaux, aux cheveux, aux os mais aussi aux tissus, présents dans ce contexte.

Des anciennes moisissures, certainement liées à un stockage en milieu trop humide, sont présentes ponctuellement, mais sont actuellement inactives du fait de la sécheresse des lieux.

Il a été recommandé de procéder à une désinsectisation en anoxie, qui devrait être effectuée après des analyses ADN des restes humains.

RÉAUVILLE (Drôme)

Statue : Marie-Madeleine ou Vierge

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Françoise Pédreira, commune de Réauville ;
Marcelle Boissier, association Environnement et Patrimoine réauvillois ;
Laurence Pommaret, CAO de la Drôme

C'est en janvier 2006 que la statue a été transportée jusqu'à Grenoble où elle a d'abord fait l'objet d'une désinsectisation par irradiation sous rayonnement gamma.

Elle était alors recouverte d'un épais badigeon blanc, couche picturale présentant de très nombreux soulèvements d'écaillés sur toute la surface, et par plaques entre les couches de polychromie, certainement dus aux amples variations hygrométriques de l'église. Par ailleurs, l'attaque d'insectes xylophages avait occasionné, dans de nombreuses zones, un affaiblissement notable de la structure du bois ainsi que des pertes de matière. Certains des manques avaient été repris grossièrement en plâtre lors d'une "restauration" précédente. La surface laissait également apparaître de nombreuses fissures trahissant les assemblages constituant la statue.

Une étude stratigraphique (ouvertures des fenêtres de dégagement, réalisation des coupes minces) a permis de découvrir et d'étudier les différentes couches de polychromie appliquées sur cette œuvre.

Nous avons pu observer la présence de quatre couches successives, de qualité inégales, dont trois couches de repeints. La peinture blanche monochrome correspond au troisième repeint, appliqué grossièrement sur toute la surface, sans doute réalisé au cours du XX^e siècle. Le deuxième repeint n'était pas non plus de grande qualité. Le premier repeint était homogène et relativement bien préservé. La polychromie dite "originale" (c'est, du moins, la plus ancienne observable), était très lacunaire sur les vêtements bleus et orange. Trois rouges sur visage blanc.



Dégagement de polychromie en cours.



Les "fenêtres" ouvertes pour l'étude de polychromie.



Schémas stratigraphiques établis grâce à l'étude de polychromie.



Un dégagement de polychromie au niveau du premier repeint a été proposé et accepté. Il s'agissait d'une dorure à l'eau sur le bol rouge-orangé pour le manteau et le voile, et d'une couche bleu clair pour la robe, relativement bien préservée et de belle qualité artistique.

Deux méthodes de dégagement, sous loupe binoculaire, ont été mises en oeuvre pour enlever la couche de peinture blanche et celle du deuxième repeint : un dégagement chimique pour les parties dorées et un dégagement mécanique au scalpel pour tout le reste. Le refixage de nombreuses écailles désolidarisées et des poches d'air a été réalisé avec du Plextol® B500 à 10%, suivi d'une légère pression à une température de 60°C.

La consolidation du support a été effectuée avec du Paraloid® B72 à 10% dans de l'acétone, appliqué à la seringue jusqu'au refus.

La base et les plis du manteau présentaient des manques, qui avaient été anciennement repris en plâtre et qui ont été enlevés. Comme il a été décidé de restituer le minimum de volumes manquants, seuls les plis extrêmes du manteau ont été refaits. Le premier comblement a été fait à base de Plextol® B500 chargé d'une sciure de bois tamisée et lavée. Les parties manquantes ont, ensuite, été reconstituées en pâte à base de résine époxyde RenPaste® SV36.

Les zones lacunaires et les éléments reconstitués ont été mastiqués avec un enduit de rebouchage pour le bois (Modostuc®). La retouche des zones mastiquées a été effectuée à l'acrylique. Les surfaces dorées ont été imitées avec un pigment doré mélangé à un liant acrylique (réversible dans de l'acétone).

Un film protecteur de cire microcristalline (Cosmoloïd) diluée dans du white-spirit a été appliqué en finition.

Afin de rétablir la stabilité et l'autonomie de la statue, et assurer une circulation d'air permettant de lutter contre sa ré-infestation, nous avons installé une semelle compensatrice en résine époxy (RenPaste® SV36), collée à l'aide d'un adhésif réversible (Plextol® B500) et mise en teinte.



1. Le visage de la statue à mi-dégagement.
2. Mise en place d'une semelle de stabilisation de la statue.
3. Retouches colorées sur les complements.



L'œuvre à son arrivée à l'atelier.



La statue à mi-dégagement.



Les complements sont en cours de retouches.



L'œuvre après restauration.



Quelques œuvres dans les réserves du musée.

SAINT-ÉTIENNE (Loire) musée d'Art moderne

Collection des arts primitifs

Matériaux divers : bois, composites, métal, os

Interlocuteurs : conservation du musée

Collaboration : Alain Renard ; Véronique Langlet, CRÉAM

Un groupement de compétence a été formé pour répondre à une mission d'étude et de récolement, dépoussiérage, photographie, marquage et rangement des œuvres de la collection d'arts primitifs du musée. L'opération s'est déroulée durant quelques jours, dans les réserves. Elle a permis de dresser un bilan sanitaire complet et d'adapter au mieux les recommandations en terme de conservation préventive.



SAINT-JEAN-LE-VIEUX (Isère)

Maître-autel et retable

Bois polychromé et doré

Fin XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Catherine Marion, DRAC Rhône-Alpes/MH ; Franck Rebuffet, commune de Saint-Jean-le-Vieux

L'intervention s'est déroulée sur place dans l'église paroissiale, en mai-juin 2006.

Afin de faciliter le nettoyage, la partie haute du retable a été déposée, ainsi que les colonnes et demi-colonnes. Le maître-autel et le retable ont été entièrement nettoyés au coton-tige, au white-spirit pour les parties dorées, et à l'eau, ponctuellement additionnée de fleur de ponce pour le reste. La volute, refaite lors d'une intervention antérieure, à l'extrémité senestre, avait été retouchée à la bronzine. Nous l'avons retiré et avons repris la forme au rifloir, afin de l'intégrer plus harmonieusement à l'ensemble.

Les colonnes et le retable ont été remontés au mortier composé de Modostuc® et de Plextol® B500. Nous avons ensuite fait des retouches mixtes à l'acrylique chargé d'iriodine, et par endroits avec de la cire chargée d'or.

En fin d'opération, un film de Paraloid® B72 a été appliqué afin de protéger la polychromie et les dorures de l'empoussièrisme.



En haut : l'ensemble après restauration.
En bas : dernières retouches sur l'autel.

THÔNES (Haute-Savoie)

Vierge à l'Enfant

Bois polychromé

XVII^e siècle

Interlocuteur : Jean-Bernard Challamel, commune de Thônes

La sculpture a été prise en charge en début d'année 2006 pour une intervention de désinsectisation par irradiation gamma et nettoyage général.

Le surpeint visible, certainement réalisé au cours du XX^e siècle, présentait un aspect terne. Il a retrouvé son éclat après nettoyage aqueux. Quelques refixages ont assuré la bonne conservation de la couche picturale.

Les manques importants sur l'Enfant n'ont pas été restitués, en l'absence d'informations sur ces éléments. Sur la robe, la cassure est assez nette, et l'absence du bras droit n'est pas choquante. La situation était différente pour les quelques manques qui gênaient la lecture du drapé. La forme en est simple et la partie à réintégrer pouvait être comblée naturellement. Des retouches ont redonné une lecture homogène de l'œuvre. Une application d'insecticide préventif a également été effectuée avant sa restitution à la commune.



La statue après intervention.

VIZILLE (Isère) musée de la Révolution française

Reliefs d'applique représentant des *putti*

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteur : Alain Chevalier, musée de la Révolution française, Vizille

Ces deux œuvres nous ont été confiées, en janvier 2007, pour étude et documentation en vue d'une restauration.

L'étude préalable nous a permis de mieux connaître les sculptures et, par conséquent, d'adapter au mieux la restauration à leur histoire. Ainsi, ont été pratiquées des analyses, détermination botanique (CEDRE, Besançon), radio X (en collaboration avec le LETI / CEA-Grenoble), et étude de polychromie (en collaboration avec le C2RMF).

Ces sculptures n'ont pas encore livré tous leurs secrets, mais nous avons une idée plus précise de leur provenance par le rapprochement d'informations stylistiques et techniques. Ainsi, nous pouvons confirmer une origine possible d'Italie et une datation aux environs du XVIII^e siècle.



L'un des *putti*.

Cette étude a conduit à la proposition de dégagement du dernier repeint (fausse pierre) afin de mettre au jour la dorure sous-jacente. Actuellement, les travaux de dégagement sont en cours. Suivront, en 2009, les opérations de masticage, collage, dégagement du mortier et des matériaux exogènes, puis retouches colorées et couches de finition et de protection.

DÉSINSECTISATION ET CONSOLIDATION PAR IRRADIATION DE COLLECTIONS DE BOIS SECS

LES GRAS (Doubs)

Maître-autel

XVII^e siècle

Statues : évêque (Saint Regnobert ?), saint Sébastien et saint au livre (reliquaires)

XVI^e siècle

Bois doré et polychromé

Interlocuteur : Robert Reymond, ébéniste-restaurateur, Les Combes (Doubs)

Les éléments démontés du maître-autel et les statues ont été conditionnés dans des caisses en bois avant de nous être confiés pour désinsectisation par irradiation. Grâce à son pouvoir pénétrant, le rayonnement gamma est efficace sur tout le volume des caisses et au travers de l'emballage. Cette technique offre l'avantage d'éviter les risques mécaniques inhérents à toute manipulation nécessaire pour réaliser d'autres types de traitement, mais aussi de réduire les risques de nouvelle contamination tant que l'emballage n'est pas rouvert.



La statue dans son emballage à son arrivée à l'atelier.

PARIS (Seine) musée national d'Art moderne, Centre Pompidou

Statue de Bouddha faisant partie de l'installation *Les Intestins de Bouddha*

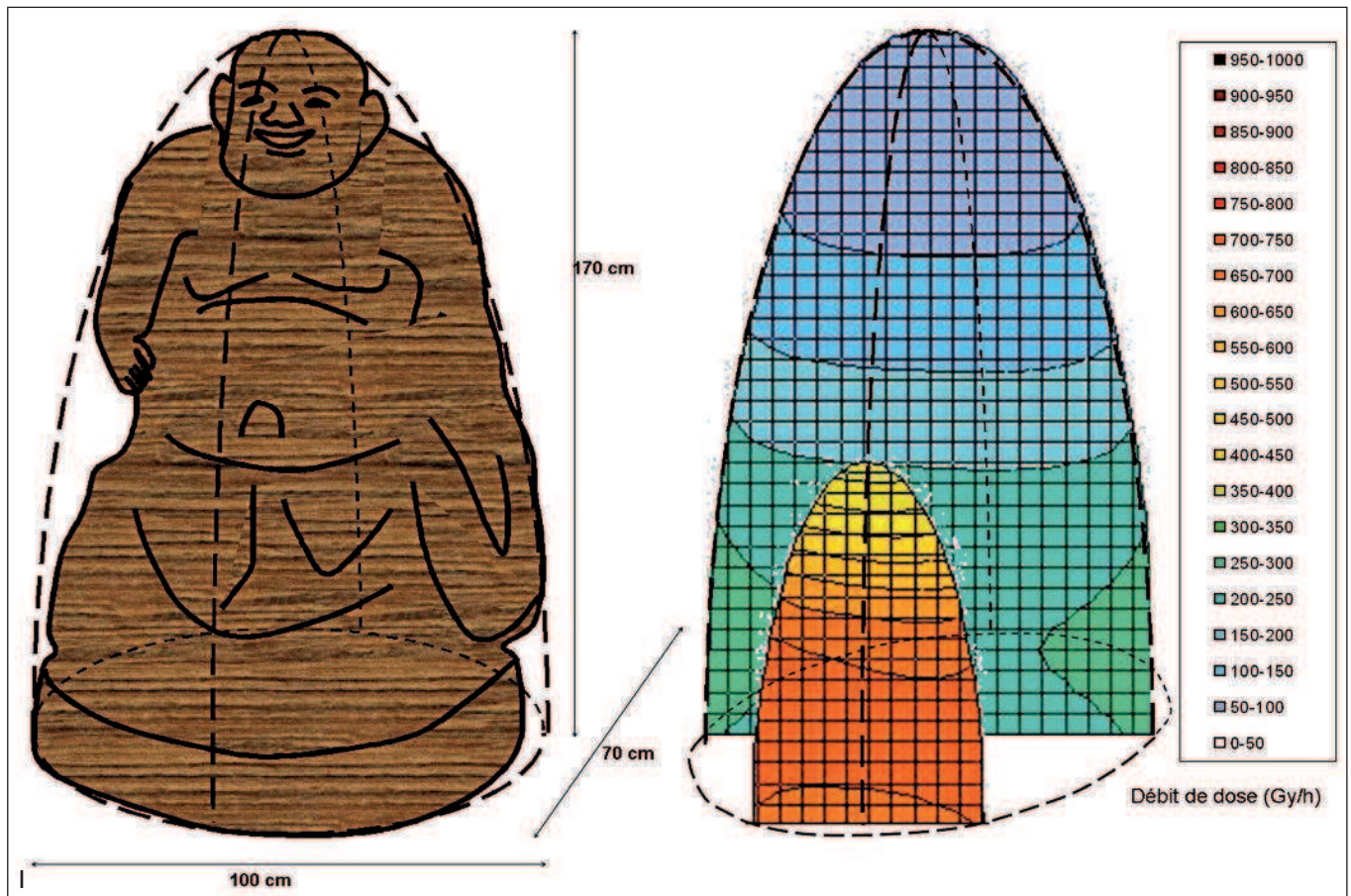
Par Huang Yong Ping

XX^e siècle

Interlocuteur : Chantal Quirot, restauratrice au MNAM

La statue, en bois de santal, et les "intestins" en soie, ou textile soyeux, emplis de grains, étaient infestés par des moisissures : *Aspergillus*, *Rhizomucor* et *Trichoderma*.

Le traitement demandé était donc fongicide. Nous avons proposé une irradiation gamma à la dose



minimum de 10 kGy, permettant la destruction de ces types de moisissures et de leurs spores.

Pour estimer les temps d'exposition nécessaires pour atteindre la dose de désinfection de 10 kGy dans tout le volume, la statue de Bouddha a été modélisée par un demi-ellipsoïde de 1 m de large, 0,70 m de profondeur et 1,70 m de haut. Nous avons calé notre modèle en utilisant les valeurs de doses mesurées à l'arrière de la statue pour connaître le coefficient d'absorption du rayonnement gamma dans le bois de santal. Il nous a alors suffi de faire la moyenne des débits de doses obtenus en irradiant sur les deux faces, de rechercher le minimum sur l'ensemble du volume, et de le multiplier par le temps nécessaire pour obtenir la dose de 10 kGy.

On a constaté que les débits moyens minimum étaient obtenus pour le haut de la tête à environ 50 Gy/h. Il nous a donc fallu environ 200 h (100 h sur chaque face) pour obtenir au minimum 10 kGy en tous points de la statue.

Compte-tenu de la forme exceptionnelle de cet objet, les parties les plus exposées, les faces avant et arrière de la statue, ont atteint la dose de 88 kGy, soit un facteur de surdosage de 8,8 largement acceptable pour une statue en bois.



1. Modélisation de la statue par un ellipsoïde et débits de doses sur deux sections de l'ellipsoïde, à 5 cm de la forme et à mi-épaisseur de la forme.
2. La statue en cours de désinfection dans la cellule d'irradiation.
3. L'installation *Les Intestins de Bouddha* au musée national d'Art moderne.

COLLECTIONS DIVERSES

Sur la période 2006-2008, près de 550 objets (soit environ 45 m³, 45 m³ et 52 m³ pour les années 2006, 2007 et 2008) ont été désinsectisés ou désinfectés par irradiation sous rayonnement gamma.

Ils ont été confiés à ARC-Nucléart par divers musées aux collections desquels ils appartiennent (ethnographie, archéologie, statuaire, mobilier) : musées des pays de l'Ain, musée de la Révolution française à Vizille, musée Jadis Alleverd, musée d'Huez et de l'Oisans, musée archéologique de Dijon, musée Hector Berlioz à La Côte-Saint-André, musée Dauphinois à Grenoble, musée d'Art moderne de Saint-Étienne, musée de Bourgoin-Jallieu, musée national d'Art moderne-Centre Pompidou, musée Hébert à La Tronche, maison du patrimoine de Villard-de-Lans, Sopritendenza per i beni archeologici di Ostia,...)

Une vingtaine de clients indépendants, ébénistes, restaurateurs, particuliers, ou encore associations ou collectivités locales, le plus souvent de la région Rhône-Alpes, ont également fait appel au laboratoire pour le traitement de mobilier, de statuaire ou d'objets divers.

En ce qui concerne la sculpture, 160 statues ou éléments sculptés en bois ont été traités au cours de ces trois années (dont 49 statues pour la conservation départementale du patrimoine de l'Ain), ce qui confirme l'augmentation notable constatée en 2005 sur ce segment d'activité.

Le volume de l'activité de désinsectisation de bois sculptés est soutenu par l'offre de restauration de bois sec proposée par ARC-Nucléart et par le concours CEA-AMF, mais la nouvelle génération de restaurateurs de la région Rhône-Alpes qui nous font confiance y contribue aussi pour plus de la moitié.

Un nouveau domaine du patrimoine s'est ouvert avec la désinsectisation de d'une soixantaine d'instruments de musique anciens parmi lesquels des violons de Mirecourt, du XVIII^e siècle.

Enfin, il faudrait ajouter aux volumes d'objets évoqués ci-dessus les nombreuses irradiations de désinsectisation réalisées pour le propre compte d'ARC-Nucléart lors de mouvements d'objets et/ou de leur conditionnement, entre autre à l'occasion de la présentation de ses propres collections en expositions.

18 objets en bois sec ont été densifiés par imprégnation de résine styrène-polyester sous vide/pression suivie d'une radio-polymérisation contrôlée par irradiation gamma (méthode "Nucléart") entre 2006 et 2008 :



Une collection en salle de quarantaine avant désinsectisation.



Objets en réserve après désinsectisation.



Préparation d'un objet avant imprégnation de résine.

- la figure de proue de la goélette *Martha* (musée portuaire, Dunkerque),
- un fauteuil en 4 éléments (particulier),
- trois sculptures contemporaines de Dolo (FRAC),
- une roue hydraulique en bois (commune de Pinsot),
- onze banquettes de style XVIII^e siècle (musée des Tapisseries d'Aix-en-Provence),
- un diable en pain (MuCEM).



Nettoyage du diable en pain après consolidation.

LYOPHILISATION D'ARCHIVES

MONTBRISON (Loire)

XVIII^e-XIX^e siècles

Interlocuteur : Régine Pinelli, archives municipales de Montbrison

Fin 2007, ARC-Nucléart a été saisi d'une demande de séchage par lyophilisation d'un fonds d'archives hospitalières, inondées lors d'un incendie et congelées pour préservation temporaire.

Les archives se présentaient sous forme de liasses de feuilles de papier non reliées ou d'ouvrages reliés avec couvertures cartonnées épaisses, couvrant un linéaire de 4,20 m. L'opération s'est déroulée de façon satisfaisante durant une vingtaine de jours en avril 2008.

Par le passé, des archives inondées de Bollène (Vaucluse) et Chambéry (Savoie) avaient également été lyophilisées à l'atelier.



Les installations de lyophilisation.

CARACTÉRISATION POUR UNE ÉTUDE DE POLYCHROMIE

SAINT-HILAIRE-DU-ROSIER (Isère)

Tableau : *Le Repas chez Lévi*

Huile sur toile

XIX^e siècle

Interlocuteurs : Joëlle Patissier, Vincent Ollier, Ateliers de la Renaissance, Lyon

En juillet 2008, les restaurateurs des Ateliers de la Renaissance ont demandé à ARC-Nucléart sa contribution à une étude de polychromie d'un tableau, copie d'une œuvre attribuée à l'atelier de Véronèse, afin de mieux en connaître l'origine et, le cas échéant, d'en permettre la valorisation.

Un prestation de caractérisation a donc été effectuée à partir d'échantillons prélevés sur l'œuvre en utilisant la spectroscopie infrarouge par transformée de Fourier et la microscopie électronique à balayage (sonde X).



CONCOURS POUR LA SAUVEGARDE DES BIENS CULTURELS DES COMMUNES DE FRANCE

Organisé depuis 2002, grâce au mécénat du commissariat à l'Énergie atomique en partenariat avec l'association des Maires de France, ce concours a pour objectif la conservation-restauration, par ARC-Nucléart dans le cadre de ses compétences, d'objets du patrimoine culturel majoritairement en bois, appartenant aux communes françaises.

Réuni chaque année au mois d'octobre, le jury, composé de représentants du CEA, de l'AMF et de spécialistes du monde de la conservation, désigne des lauréats qui sont récompensés, au cours d'une cérémonie de présentation des œuvres primées, en début d'année suivante. En 2006, 2008 et 2009, la manifestation s'est déroulée dans les locaux d'ARC-Nucléart, sur le site du CEA-Grenoble, et a été suivie d'une visite-découverte des installations et des ateliers.

À son arrivée à l'atelier, chaque œuvre est désinsectisée, puis fait l'objet d'un constat d'état détaillé et de propositions d'intervention, soumises pour avis technique et accord au conservateur des Antiquités et Objets d'Art du département concerné et à la commune propriétaire.

À la fin des opérations de restauration, l'œuvre est restituée à sa commune lors d'une manifestation qui permet à l'équipe d'ARC-Nucléart d'expliquer au public le pourquoi et le comment des travaux réalisés.



La présentation des œuvres primées au concours 2008, en présence des élus des communes lauréates.

LES LAURÉATS DU CONCOURS ENTRE 2002 ET 2008

Vingt-neuf communes lauréates pour trente-deux œuvres ou objets (vingt-cinq relevant du patrimoine religieux et sept du patrimoine civil).

2002

Labergement-lès-Seurre (Côte-d'Or) : statues de saint Pierre et saint Paul, XVIII^e siècle

Les Authieux-sur-Calonne (Calvados) : devant d'autel en cuir, XVIII^e siècle

Saint-Julien-le-Montagnier (Var) : soufflet de forge, début du XX^e siècle

Saint-Valéry-en-Caux (Seine-Maritime) : élément de retable, XVI^e siècle

2003

Chabrignac (Corrèze) : tambour de garde-champêtre, XX^e siècle

Espalion (Aveyron) : Christ en croix de procession, XVII^e siècle

La Flèche (Sarthe) : statue de saint Germain, XVI^e siècle

Senonches (Eure-et-Loir) : statue de sainte Marthe, XVII^e siècle

2004

Beauvoir-en-Royans (Isère) : statue de Vierge à l'Enfant, XVIII^e siècle

Chambors (Oise) : Christ en croix, XVI^e siècle

Frénois (Côte-d'Or) : statue de procession, saint Jacques, XVII^e siècle

Loches (Indre-et-Loire) : statue de Vierge à l'Enfant, XIV^e siècle

Nolay (Côte-d'Or) : couple de jaquemarts, XX^e siècle

2005

La Clayette (Saône-et-Loire) : maître-autel, XVIII^e siècle

Pinsot (Isère) : roue hydraulique, fin XIX^e siècle

Ponsonnas (Isère) : tabernacle, XVIII^e siècle

Xaintray (Deux-Sèvres) : statue de sainte Marthe, XVI^e siècle

2006

Bonifacio (Corse-du-Sud) : statue de l'Enfant Jésus, XVIII^e siècle

La Rivière (Isère) : pompe à incendie à bras, fin XIX^e siècle

Rossillon (Ain) : statue de sainte Catherine d'Alexandrie, XV^e-XVI^e siècles

Salviac (Lot) : statue de saint Jacques le Majeur, XVII^e siècle

Yenne (Savoie) : *Pietà*, fin XV^e-début XVI^e siècle

2007

Bellegarde-Poussieu (Isère) : buste reliquaire, XVIII^e siècle

Marcillac-Vallon (Aveyron) : statue de saint Jean-Baptiste, XVIII^e siècle

Néfiach (Pyrénées-Orientales) : *cadireta* de procession avec Vierge à l'Enfant, XVIII^e siècle

Oppède (Vaucluse) : Christ en croix, XVII^e siècle

2008

Auzers (Cantal) : buste de Christ en croix, XVII^e siècle

Beaufin (Isère) : statue de Vierge à l'Enfant, XVIII^e siècle

Marsillargues (Hérault) : chaise à porteurs, XVIII^e siècle

Ces trois œuvres seront restaurées en 2009.

BELLEGARDE-POUSSIEU (Isère)

Buste reliquaire

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Roger Torgues, commune de Bellegarde-Poussieu ;
Sylvie Vincent, CAO de l'Isère



Le buste reliquaire avant et après restauration.



Il s'agit d'un buste reliquaire représentant un personnage masculin tonsuré, portant un camail rouge décoré de petits motifs floraux dorés. Malgré sa petite taille, la pièce n'est pas monoxylo et les deux épaules sont rapportées. La cavité de forme ovale existant sur la poitrine a perdu sa vitre et les reliques qu'elle contenait.

En 2007, la pièce a été transportée à ARC-Nucléart où elle a été désinsectisée par irradiation gamma. Le nettoyage de la surface très encrassée, avec des traces de noir de fumée, a ensuite été fait mécaniquement à la fleur de ponce, suivi par un rinçage à l'eau. Dans les zones d'affaiblissements du bois, la consolidation a été effectuée avec du Paraloid® B72 à 10% dans de l'acétone appliqué à la seringue jusqu'au refus.

Les écailles de polychromie ont été refixées par des applications localisées d'éthanol (à 50%) suivies par des injections de Plextol® B500 (à 15% dans de l'eau déminéralisée).

Afin de ne pas effacer l'histoire de cette pièce dont la polychromie ne couvre plus que 40% de la surface environ, il a été décidé de ne pas faire de "reconstruction picturale" du côté dextre où la polychromie a presque complètement disparu. Les masticages ont été limités aux zones peu lacunaires, au moyen d'un enduit de rebouchage pour le bois (Modostuc®). La retouche a été effectuée à l'aquarelle. Le travail achevé, le buste a été restitué à la commune en novembre 2008.

BONIFACIO (Corse-du-Sud)

Statue de l'Enfant Jésus

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Francis Beaumont, Hélène Portafax, commune de Bonifacio



La statue avant restauration.

L'Enfant Jésus est représenté debout, en robe courte. La pièce est constituée d'un assemblage de différentes pièces, car la bille originelle n'était pas

assez large pour y sculpter tous les éléments. Les avant-bras rapportés ont été très attaqués par les insectes xylophages au niveau de leur extrémité et les deux mains ont disparu. C'est pourquoi la boule représentant le monde, que l'Enfant tenait dans l'une de ses mains, n'a pas pu être remplacée.

Après désinsectisation de la sculpture sous rayonnement gamma, les travaux ont pu commencer. Ils ont consisté en un nettoyage général, avec un fixage ponctuel de la polychromie et une consolidation du bois des avant-bras avec une résine acrylique pure (Paraloid® B72).

Les lacunes au niveau du visage ont été comblées au Modostuc®, et les retouches effectuées à l'aquarelle.

La sculpture a été restituée à la commune en février 2008.

CHAMBORS (Oise)

Christ en croix

Bois polychromé

XVI^e siècle

Interlocuteurs : Didier Gougibus, commune de Chambors ;
Richard Schuller, CAO de l'Oise

La restauration de cette magnifique pièce du XVI^e siècle, dénaturée par des repeints grossiers dont le dégageage a révélé toute la qualité, s'est déroulée en 2005.

Elle a ensuite fait l'objet d'une mise sur support en vue de sa future présentation et a été restituée à la commune en juin 2006.

LA CLAYETTE (Saône-et-Loire)

Maître-autel

Bois polychromé

XVIII^e siècle

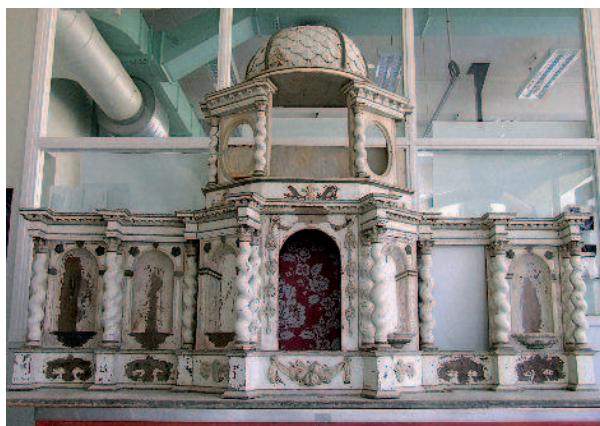
Interlocuteurs : Hugues Godard, commune de La Clayette ;
André Strasberg, CAO de Saône-et-Loire

Ce maître-autel était conservé démonté dans une église désaffectée dont le bâtiment est en cours de réhabilitation.

Après désinsectisation de tous les éléments sous rayonnement gamma, un dépoussiérage suivi d'un nettoyage général à la vapeur a permis de redonner tout son éclat à l'ensemble et de mettre au net les



Mise sur support du Christ.



Le tabernacle en cours de restauration.



Les dernières retouches pour terminer la restauration.

parties non polychromées. Puis, les clous qui n'avaient pas de fonction réelle ont été soit retirés, soit passivés à l'aide d'un pinceau électrolytique.

Sur le retable, quelques pièces architecturales ou décoratives (colonnettes, rinceaux), manquaient. Afin de les restituer lorsque cela était possible, nous avons moulé une partie des éléments à partir de ceux existant encore. Après avoir, au préalable, isolé la surface des originaux, nous avons pris des empreintes au silicone, puis réalisé des tirages en résine polyester, les différenciant ainsi des originaux par le matériau.

L'habillage de l'autel et l'estrade ont été confiés à l'atelier d'ébénisterie Eléouet-Chardonnet à Grenoble, pour révision des assemblages, renforcement de l'estrade et préparation du remontage.

Le refixage de la polychromie et les retouches nécessaires à l'harmonisation de l'ensemble seront réalisés en 2009, avant restitution à la commune.

MARCILLAC-VALLON (Aveyron)

Statue de saint Jean-Baptiste

Bois polychromé

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Jacques Raynal, commune de Marcillac-Vallon ; Claire Delmas, CAO de l'Aveyron



Le visage de saint Jean-Baptiste à mi-dégagement du surpeint.

Cette statue, inconnue jusqu'alors, a été découverte en 2004 dans les combles de la chapelle des Pénitents à Marcillac-Vallon, constituant, très probablement, le seul vestige du retable disparu de cette chapelle.

Extrêmement empoussiérée et dégradée par une attaque d'insectes xylophages sur toute la partie basse, cette œuvre est fragmentaire, très certainement du fait de buchages ou de chocs violents. De nombreux manques et fissurations sont à constater et la polychromie est aujourd'hui très lacunaire. Hormis, des restes colorés sur le visage et les jambes, il n'en subsiste que des vestiges de préparation blanche. Un badigeon ocre inesthétique a été appliqué sur le visage à une époque indéterminée.

Dès son arrivée à l'atelier fin 2007, après un conditionnement minutieux effectué sur place par Véronique Roques, restauratrice de sculptures dans l'Aveyron, la sculpture a subi un traitement de désinsectisation par exposition au rayonnement gamma.

Les travaux de restauration sont en cours. Un nettoyage complet du bois et des restes de polychromie est prévu, ainsi que le retrait du surpeint

du visage. Ces travaux seront suivis, en 2009, d'une consolidation localisée au moyen d'une résine acrylique et de retouches d'intégration à l'aquarelle. Cela fait, restera à envisager une stabilisation de la sculpture en vue de sa présentation future.

NÉFIACH (Pyrénées-Orientales)

Cadireta et statue de Vierge à l'Enfant

Bois polychromé et doré

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Michel Vallier, commune de Néfiach ; Marie-Thérèse Radondy, comité paroissial de Néfiach ; Jean-Bernard Mathon, CAO A des Pyrénées-Orientales

La *cadireta* est composée d'un dais surmontant un brancard destiné accueillir la statue d'une Vierge à l'Enfant lors de processions.

L'ensemble est de très belle qualité artistique : le dais, de style baroque, est richement décoré. Ses quatre colonnes sont ornées de guirlandes de roses dorées, les chapiteaux corinthiens sont reliés à un baldaquin doré porteur de cartouches et volutes. La polychromie de la robe de la Vierge a été faite selon une technique particulière, appelée *sgraffito*. Sur le fond doré, on applique une seconde couche de couleur ; les motifs sont ensuite réalisés par retrait partiel de cette seconde couche (qui, à ce moment-là, n'a pas encore séché) en la grattant.

L'ensemble de la *cadireta* est en mauvais état. Ses assemblages sont défectueux et plusieurs éléments décoratifs manquent. La polychromie présente plusieurs soulèvements et lacunes. Toute la surface est très encrassée.

Depuis son arrivée à l'atelier fin 2007, la *cadireta* a été désinsectisée par exposition au rayonnement gamma, tandis que la statue de la Vierge, dont les yeux sont en verre ou en émaux, a été désinsectisée par anoxie.

La restauration, entreprise au cours de l'année 2008, se terminera en 2009.



1. Détail de la Vierge à l'Enfant.
2. Retouches sur la base de la statue.
3. L'ensemble après restauration.

OPPÈDE (Vaucluse)

Christ en croix

Bois polychromé

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Geneviève Magnan, commune d'Oppède ;
Marie-Claude Léonelli, CAO du Vaucluse



Démontage d'un bras du Christ.

La statue du Christ a été sculptée dans un assemblage de planches d'environ 5 cm d'épaisseur, fixées entre elles par des chevilles en bois, encore efficaces, avec ajouts postérieurs de nombreux clous et agrafes aux joints entre les planches. Ces éléments métalliques se sont oxydés et ont provoqué des colorations localisées du bois, mais également des chutes de polychromie.

La croix est récente ; des tire-fonds peints en noir ont été posés comme clous de crucifixion. Cette peinture a débordé sur les carnations alentour. Un rouge vif pour les plaies a été ajouté, certainement au même moment, autour des clous. Plusieurs couches de polychromie sont présentes, et la plus récente fait comme des pustules, donnant un aspect fort inesthétique à l'ensemble.

Après étude de polychromie, des propositions d'intervention seront faites à la commune et au CAO pour début des travaux en 2009.

PINSOT (Isère)

Roue hydraulique à augets

Bois (aulne), fonte

XIX^e siècle

Interlocuteurs : Eddy Balaye, maison des forges et moulins, Pinsot ;
Sylvie Vincent, CAO de l'Isère



Mise de la roue en cuve d'imprégnation de résine pour consolidation.

Cette roue horizontale provient d'un moulin en activité, au sein de la même famille, de la fin du XVIII^e siècle à 1930 ; elle a été donnée à la commune lors de la destruction du moulin en 1968. Elle est constituée de quinze augets en bois fixés par deux boulons à un disque central en fonte.

Compte-tenu de la dégradation du bois et de la future présentation de la roue dans un environnement riche en nombreux autres objets ou machines fixes (moulins, forges...) sensibles aux insectes xylophages, il a été décidé, après le constat d'état effectué à son arrivée à l'atelier et en accord avec les responsables de la commune, de la consolider par le procédé "Nucléart". Un auget a d'abord été démonté pour

permettre l'immersion complète de la roue dans la cuve d'imprégnation de résine styrène-polyester. Celle-ci achevée, la pièce a ensuite été soumise au rayonnement gamma pour polymérisation de la résine. Après nettoyage de surface, collage d'un fragment d'auget détaché et remontage de l'auget dissocié, les parties métalliques ont été nettoyées par micro-sablage et ont reçu une application de cire micro-cristalline comme revêtement de surface protecteur.

L'opération s'est déroulée au cours du premier trimestre 2006 et l'objet a pu être restitué à Pinsot au mois de juin.



La roue hydraulique après restauration.

PONSONNAS (Isère)

Tabernacle

Bois polychromé et doré

XVIII^e siècle

Interlocuteurs : Annie Guichardon, commune de Ponsonnas ;
Sylvie Vincent, CAO de l'Isère

Le tabernacle actuel, lauréat du concours, est constitué de deux tabernacles différents, rassemblés et superposés à une époque indéterminée. Une statuette de Vierge à l'Enfant complète l'ensemble, sans que sa position originale soit aisée à déterminer. Elle est, en effet, trop grande pour faire partie du registre inférieur et ne peut entrer dans la niche du registre supérieur, trop petite et pas assez profonde pour l'accueillir. Elle ne devait donc certainement pas faire partie de cet ensemble à l'origine. Elle n'a été retrouvée qu'après les résultats du concours, à partir d'une photographie ancienne.

Après désinsectisation par irradiation, on a procédé au nettoyage des deux tabernacles et la statuette, mené en parallèle d'un indispensable fixage de la polychromie. Le tabernacle inférieur, très attaqué par les insectes xylophages, a nécessité une importante opération de consolidation localisée, par infiltration d'une résine acrylique, le Paraloïd® B72 dans l'acétone. Des masticages au Modostuc® ont permis de remettre à niveau les petites lacunes. Les manques plus importants ont été repris, après isolation préalable de la surface au moyen d'un film étirable, avec une résine époxy en pâte, la RenPaste® SV36, puis collés au Plectol® B500. Des retouches colorées à l'aquarelle et à l'iriodine, pour les parties initialement dorées ont permis de redonner une unité visuelle à cet ensemble.



Retouches colorées sur le tabernacle supérieur.



L'ensemble après restauration.



En septembre 2007, l'ensemble a été restitué à la commune, qui dans l'attente des travaux d'assainissement de l'église, et en accord avec les responsables scientifiques, a décidé de conserver les pièces dans les locaux de la mairie.

LA RIVIÈRE (Isère)

Pompe à incendie

Bois polychromé, acier, fonte, cuivre, laiton, cuir, tissu

Interlocuteurs : Robert Alleyron-Biron, commune de La Rivière ; Sylvie Vincent, CAO de l'Isère

Commandée, en 1874, à la société Bouchard à Lyon par la commune de La Rivière dont le nom est peint sur la cuve, cette pompe foulante à bras, dans un état général satisfaisant, présentait un fort encrassement et des dégradations diverses dues à son usage.

Après désinsectisation par irradiation gamma, elle a fait l'objet d'un dépoussiérage général, puis chaque élément a reçu un traitement spécifique adapté aux matériaux qui le constituent.

Un nettoyage en phase aqueuse, puis chimique, a permis de faire disparaître les salissures et les multiples couches d'agents protecteurs déposées au cours du temps (vernis, cires, etc.) et de retrouver, en particulier, la couleur d'origine vert foncé de la cuve. Les lacunes de polychromie de cette dernière ont, ensuite, été comblées au Modostuc®, puis retouchées à la peinture acrylique.

L'oxydation superficielle des pièces métalliques non polychromées a été éliminée par micro-sablage et certains clous fortement corrodés ayant entraîné l'éclatement du bois des roues ont été enlevés et remplacés par de fines tiges en acier inox.

Le tuyau en cuir a, après nettoyage, été assoupli en chambre humide, puis remis en forme avant séchage. Les deux lampes à huile ont, quant à elles, subi un simple nettoyage.

Des films protecteurs adaptés à chaque matériau ont été appliqués avant la restitution à la commune en septembre 2008.



Restauration de la pompe à incendie de La Rivière :

1. Les éléments de la pompe lors de sa réception à l'atelier.
2. Nettoyage des roues.
3. Retouches à la peinture acrylique sur la cuve.
4. La pompe à incendie après restauration.

ROSSILLON (Ain)

Statue de sainte Catherine d'Alexandrie

Bois polychromé

XV^e-XVI^e siècles

Interlocuteurs : Georges Bouvier, commune de Rossillon ;
Catherine Penez, CAO de l'Ain

Cette statue de petite taille et d'une grande finesse, représentant sainte Catherine avec, à ses pieds, l'empereur Maximien, porte la trace de fortes attaques d'insectes xylophages (très nombreux trous d'envol et forte dégradation du bois à l'arrière de la tête de la sainte, sur partie inférieure du corps de l'empereur et sur la base).

Après désinsectisation par irradiation, il a été nécessaire d'effectuer des consolidations de toutes les parties fragiles par imprégnation, à plusieurs reprises, de polybutyral de vinyle, le Pioloforme[®] BN 18 à 3% dans l'éthanol.

Le fixage de la polychromie a ensuite été fait avec un adhésif cellulosique (le Klucel[®] G à 4% dans de l'eau déminéralisée) ou, dans les zones où le bois ne constituait plus un support suffisant pour la polychromie, avec un adhésif à plus fort pouvoir collant, le Plectol[®] B500 à 5% dans de l'eau déminéralisée.

L'étude de polychromie, avec analyses effectuées par IRTF, a permis de confirmer l'originalité de la polychromie, simplement recouverte, sur toute la sculpture, d'une couche brune fortement encrassée (cire vieilles, vernis ?). Après le dépoussiérage, celle-ci a été éliminée de façon chimique ou mécanique selon les endroits.

Nous avons pu également noter la présence de riches motifs de brocart appliqué sur le manteau de la sainte. Ils sont constitués d'une couche de cire-résine imprimée dans un moule en plomb gravé d'un motif imitant l'aspect des tissus de brocart, avec fleurs, feuilles et résille. Ils ont été collés sur une sous-couche colorée, couverte de mixtion sur laquelle étaient déposées les feuilles d'or. Le motif a ensuite été repris à la couleur, par exemple un bleu azurite.

Des dépôts de matériaux indéterminés (ciment, chaux ?), résultats de projections accidentelles lors de travaux de réfection de l'église, ont été éliminés mécaniquement sous loupe binoculaire.



Le visage à mi-nettoyage.



La statue après restauration.



L'empereur Maximien, détail après restauration.

Pour la bonne conservation de l'œuvre, nous avons également enlevé les clous oxydés dépassant de la base et n'ayant aucune fonction mécanique.

Les zones lacunaires les plus gênantes ont été comblées par un enduit de bouchage, le Modostuc®, puis retouchées à l'aquarelle.

Afin de compenser le manque de matière et redonner sa stabilité à la statue, une semelle en résine époxy, la RenPaste® SV36, a été placée à l'arrière de la base. La statue a été restituée à la commune en janvier 2008.

SALVIAC (Lot)

Statue de saint Jacques le Majeur

Bois polychromé et doré

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Alain Faucon, commune de Salviac ; Nicolas Bru, CAO du Lot



La statue avant et après restauration.



Cette œuvre est l'une des pièces majeures de l'église du village situé sur la route de pèlerinage de Saint-Jacques-de-Compostelle. Cette statue monumentale est quasi entièrement dorée à la feuille d'or, à l'exception des carnations.

La sculpture a d'abord fait l'objet d'un traitement de désinsectisation par exposition au rayonnement gamma. Ensuite, le nettoyage et le refixage de la polychromie, très soulevée et encrassée, ont été effectués. Quelques consolidations localisées sur les zones d'attaques des insectes xylophages, surtout au niveau de la base, ont été nécessaires.

Le pied dextre, reposant uniquement sur sa pointe, était cassé et n'assurait plus la bonne stabilité de la statue. Afin de consolider l'ensemble et éviter de nouveaux problèmes à ce niveau, nous avons donc mis en place un tenon en fibre de verre de 10 mm de diamètre traversant la base, le pied et la cheville. Un plot en résine Modostuc® a permis, ensuite, de masquer ce tenon.

Plusieurs lacunes importantes ont été comblées au Modostuc®, à l'exception de la calèche qui a été remodelée en préparation blanche, mélange de colle de peau et de carbonate de calcium.

La restauration s'est terminée par l'application de retouches menées au moyen de peintures acryliques.

L'œuvre a enfin été restituée à la commune en septembre 2007 et a été présentée au public lors des Journées européennes du patrimoine, au cours d'une cérémonie célébrant la fin de vingt ans de travaux de l'église.

XAINTRAY (Deux-Sèvres)

Statue de sainte Marthe

Bois polychromé

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Yves Forest, commune de Xaintray ; Maria Cavallès, CDAOA des Deux-Sèvres

Après désinsectisation par irradiation, il a été décidé, compte-tenu de l'aspect grossier de la statue, notamment au niveau des carnations, d'effectuer dans un premier temps une étude de polychromie.

Sur les trois couches picturales présentes, la dernière dépréciait fortement l'œuvre. Après discussion avec les responsables concernés, le choix s'est porté sur un dégagement au niveau de la couche intermédiaire. En effet, dès ce niveau, les altérations dues aux insectes xylophages étaient perceptibles et, en divers endroits, la polychromie passe par-dessus des manques de matière. Par ailleurs, la couche originale très lacunaire, notamment sur la chevelure, nous a fait écarter le retour à ce niveau.

Le dégagement a été effectué au scalpel sous loupe binoculaire. Parallèlement, un fixage de la polychromie à la cire-résine et à la spatule chauffante a permis de conserver les écailles qui se soulevaient.

Les zones fortement altérées (partie basse, tête et queue de la tarasque, quelques plis du manteau) ont été localement consolidées par imprégnation de Paraloid® B72 dans l'acétone. Les manques dans le bois ont été comblés afin de redonner une unité de lecture aux volumes.

Après isolation préalable de la surface du bois avec du film étirable, une semelle a été réalisée en résine époxy, la RenPaste® SV36. Elle a permis de redonner sa stabilité à la statue. Les retouches ont été effectuées essentiellement à l'aquarelle, et à l'acrylique pour la semelle.

L'œuvre a pu regagner sa commune d'origine en juillet 2007.



Le dégagement de polychromie.



La statue de sainte Marthe après restauration.

YENNE (Savoie)

Pietà

Bois polychromé

XIV^e siècle

Interlocuteurs : Gilbert Colin, commune de Yenne ; Philippe Rafaelli, CAO de Savoie



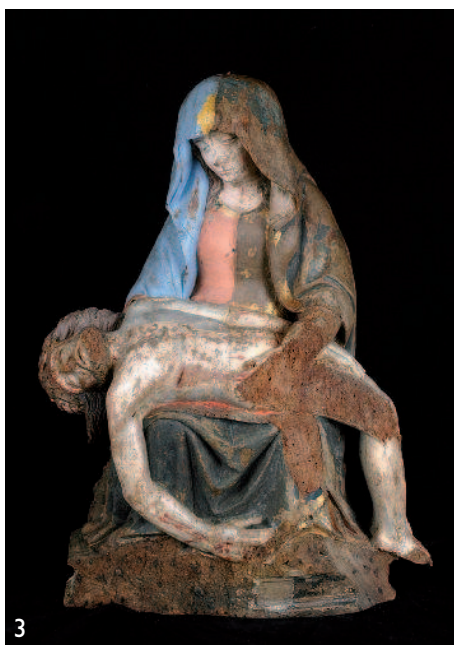
Lors de son arrivée à l'atelier fin 2006, l'œuvre a été désinsectisée par irradiation sous rayonnement gamma. Au cours d'un examen radiographique complet, les clous en cours d'oxydation qui maintenaient les parties restituées en plâtre ont été visualisés et il a été décidé de retirer ces ajouts qui dénaturaient la sculpture. Cela a également révélé les zones fragilisées par les attaques d'insectes xylophages, zones qui ont pu être consolidées localement.

Une étude de polychromie a permis de déterminer qu'il y avait, en moyenne, cinq couches présentes sur l'œuvre. Au vu de leur état de conservation et de la qualité de la couche sous-jacente, bien qu'assez lacunaire en ce qui concerne la robe de la Vierge, il a été proposé de faire un dégagement au niveau original. Cela a permis de retrouver toute la finesse de la sculpture et de remettre en valeur cette pièce de très belle qualité. Des masticages localisés et des retouches colorées à l'aquarelle lui ont redonné toute son unité visuelle. Une couche de cire Cosmoloïd a été appliquée pour protéger les retouches et faciliter l'entretien de la statue à l'avenir.

Une semelle a permis de rattraper l'irrégularité de la base, et un châssis de sécurité y a été inclus. La sculpture sera restituée à la commune en 2009.



2



3

1. La *Pietà* *in situ* dans sa niche.
2. La statue à son arrivée à l'atelier.
3. À mi-dégagement de la polychromie.
4. La *Pietà* après restauration.



4

RECHERCHE ET VALORISATION



La recherche de nouveaux procédés de décontamination des bains de traitement.

RECHERCHE POUR LA CONSERVATION DU PATRIMOINE

RECHERCHE SUR LA CONSERVATION *IN SITU* DE VESTIGES EN BOIS HUMIDES MAINTENUS EN MILIEU MINIER

COLLABORATION AVEC LE LPMM, LA SESAM (MINES DU THILLOT) ET LE LRMH
PROJET FINANÇÉ PAR LE MINISTÈRE DE LA CULTURE / MRT (PNRCC 2007-2009)

Le traitement des bois gorgés d'eau par imprégnation de polyéthylène glycol (PEG) est considéré, depuis de nombreuses années, comme un traitement standard, appliqué par l'ensemble des ateliers spécialisés dans la conservation des vestiges archéologiques. Néanmoins, depuis les premières publications, relatives au *Vasa*, de nos collègues suédois qui ont alerté, en 2000, la communauté scientifique sur l'oxydation des produits soufrés dans le bois archéologique, cette famille de produits commence à être de plus en plus contestée et des équipes essayent d'identifier de nouvelles formulations de produits consolidants pour les remplacer. Il est notamment reproché au PEG son caractère trop hydrophile rendant le matériau traité trop sensible à l'humidité de l'air, en particulier pour les objets contenant des sels métalliques.



Fragment de branche très dégradé traité au di-acide azélaïque et séché à l'air ne présentant aucune fissure, notamment radiale très courante dans ce type de géométrie.



En haut, fragment de bois ouvragé, traité au di-acide azélaïque et séché à l'air, avec détails de la surface. En bas, un échantillon équivalent au premier n'ayant subi aucun traitement d'imprégnation et ayant séché à l'air libre. Son volume a sensiblement diminué, par comparaison au premier, en raison du phénomène d'effondrement cellulaire.

Dans ce contexte, ARC-Nucléart, en association avec le laboratoire de Photochimie moléculaire et macromoléculaire (LPMM) de Clermont-Ferrand et la société d'Études et de sauvegarde d'archéologie minière (SESAM) responsable des fouilles des mines anciennes du Thillot (Vosges), a entrepris une étude, dans le cadre d'un projet soutenu par le ministère de la Culture (PNRCC n°0006722). Le but de cette recherche est d'identifier de nouvelles formulations de résine pouvant résister à un degré d'humidité élevé, pour le traitement des vestiges miniers ne pouvant être déplacés et donc à conserver *in situ*.

ARC-Nucléart a étudié plus particulièrement les acides gras, connus pour leur caractère hydrophobe. Le produit le plus prometteur est, en fait, un di-acide carboxylique, l'acide azélaïque ($\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$), qui possède la propriété d'être solide et pratiquement insoluble dans l'eau en-dessous de 70°C. La même résine est liquide et soluble dans l'eau en toute proportion au-dessus de 70°C.

Cette curiosité peut se révéler théoriquement intéressante pour le traitement des objets gorgés d'eau. Il est, en effet, possible de réaliser l'imprégnation du bois à 70°C pour permettre la diffusion de la résine au sein du bois humide. Après la phase d'imprégnation, l'objet doit être essuyé et refroidi. La résine, en se solidifiant, devient insoluble. Le séchage peut se faire à l'air libre, car la résine présente au sein du bois empêche l'effondrement cellulaire. Par conséquent, un cycle de séchage par lyophilisation devient inutile.

Par ailleurs, des premiers essais concluants ont été réalisés sur des échantillons de bois très dégradé en hêtre provenant du site de fouille de Charavines Colletière. Ces pièces ont été imprégnées dans une solution à 60 % de di-acide azélaïque. On peut constater sur les photographies 1 et 2 qu'il n'y a eu aucune fissuration des objets, même après leur séchage, et que les surfaces ont conservé toute la "fraîcheur" de leur état archéologique humide initial.

Cependant, malgré les résultats très prometteurs obtenus avec des premiers échantillons, et les nombreux avantages potentiels de ce nouveau procédé (bois moins hygroscopique, pouvoir consolidant plus important, respect des couleurs, du volume et des états de surface initiaux des objets, durée de traitement sensiblement moins élevée qu'un traitement au PEG, séchage contrôlé et lyophilisation inutiles pour le séchage final des objets...), il est encore prématuré d'appliquer ce procédé pour des objets patrimoniaux. Il reste encore, notamment, à étudier l'effet à long terme de l'acidité du di-acide sur les molécules constitutives du bois. En outre, il faudra définir un protocole pour nettoyer la surface des bois des excès de résine.

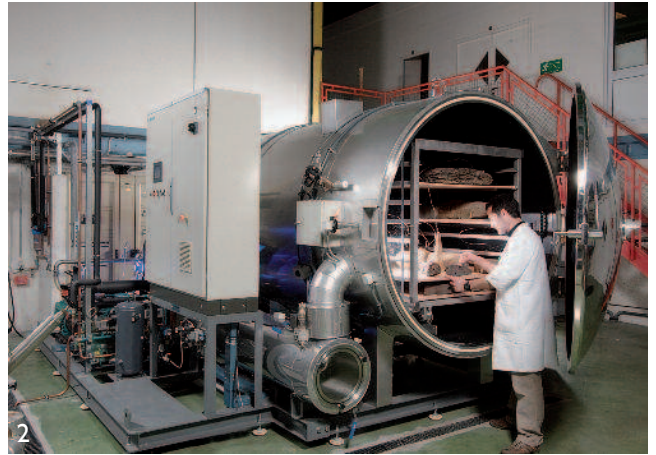
Enfin, une autre question importante se pose : quelle est l'efficacité de l'acide azélaïque pour résoudre les problèmes de traitement d'objets composites, et en particulier ceux contenant des concrétions soufrées.

DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PROTOCOLE DE TRAITEMENT POUR LE PROCÉDÉ "NUCLÉART HUMIDE" ADAPTÉ AUX OBJETS ARCHÉOLOGIQUES MASSIFS

Le procédé "Nucléart humide", une technique unique au monde, associe la polymérisation d'une résine styrène-polyester insaturée au rayonnement gamma. Il est employé depuis plus de 30 ans par le laboratoire ARC-Nucléart pour la conservation des objets archéologiques gorgés d'eau. Cette technique offre des avantages indéniables par rapport aux techniques concurrentes, notamment pour les objets issus du milieu marin en bois associé à des concrétions métalliques, pour ceux en bois extrêmement dégradés, ainsi que pour ceux dont les conditions environnementales de conservation ne sont pas satisfaisantes.

Néanmoins, depuis quelques années, la demande de traitement pour des objets de plus en plus massifs (canon du Havre, affut de canon de Ramsgate, grosses pièces de Charavines), pose des problèmes à l'atelier. Cette technologie, qui est particulièrement bien adaptée pour des objets de petites et moyennes dimensions, présente des limites contraignantes pour les pièces très volumineuses. La longueur de leur traitement, ainsi que les quantités très importantes de résine, peu stable dans le temps à l'état liquide et à mettre aux déchets en cas de non-utilisation, conduisent à des coûts et des conditions de mise en œuvre devenus prohibitifs. Le risque majeur pour des traitements trop longs est une polymérisation prématurée de la résine en cours d'imprégnation. En outre, dans le procédé "Nucléart humide", deux échanges liquide-liquide successifs (eau-acétone et acétone-résine) sont indispensables et nécessitent, au minimum, un an d'imprégnation. Cette longue durée ne garantit néanmoins pas toujours une imprégnation complète et homogène du bois dans tout son volume; pour des gros volumes, l'imprégnation devient trop lente au cœur du bois.

Pour toutes les raisons évoquées, ARC-Nucléart a activement recherché une technique alternative combinant le procédé PEG et le procédé "Nucléart sec", en essayant de conserver les avantages des deux techniques tout en excluant leurs inconvénients.



Les quatre étapes du traitement combiné PEG/lyophilisation-
"Nucléart sec" :

1. Imprégnation partielle du bois par du PEG 4000 à 20%.
2. Séchage des objets par lyophilisation.
3. Imprégnation sous vide-pression du bois par une résine styrène-polyester
4. Durcissement de la résine styrène-polyester introduite dans le bois par polymérisation sous rayonnement gamma.

Le nouveau traitement proposé consisterait à mettre en oeuvre, dans un premier temps, le procédé PEG/lyophilisation ; c'est-à-dire une imprégnation de l'objet humide par une solution de PEG 4000 à 20%, suivie d'une lyophilisation. Pour cela, il est impératif que l'objet puisse entrer dans un lyophilisateur. Lors du séchage par lyophilisation, les 80% d'eau restant dans le bois ont été évacués et ont libéré de la porosité, il devient alors possible d'appliquer le procédé "Nucléart sec". Pour ce faire, après dégazage sous vide, l'imprégnation de l'objet immergé dans la résine styrène-polyester à l'état liquide est réalisée sous pression d'azote, pendant quelques heures seulement.

Ce nouveau concept de traitement, qui est une sorte d'hybridation de deux procédés, a été validé en 2008 pour de petits et moyens objets. Ce type de traitement a été retenu pour le traitement de collections de Charavines Colletière et de L'Argentière-la-Bessée.

ÉTUDE DE MÉTHODES CHIMIQUES POUR EXTRAIRE LES COMPOSÉS SOUFRÉS INSTABLES (SOUFRE ÉLÉMENTAIRE, SULFURE DE FER) DES BOIS ARCHÉOLOGIQUES ISSUS DE MILIEUX MARINS

PROJET DE RECHERCHE EN PARTENARIAT AVEC LE LABORATOIRE DE CORROSION DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ÉLECTROCHIMIE ET D'ÉLECTROMÉTALLURGIE DE GRENOBLE (ENSEEG-INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE)

Depuis 2001, la problématique d'efflorescences de composés soufrés sur les bois archéologiques déjà traités et à l'état sec, est bien connue par l'exemple du *Vasa*, conservé au musée de Stockholm, et aussi par les analyses, réalisées et publiées en 2004, concernant le bois de l'épave du *Mary Rose*, en cours de traitement à Portsmouth.

ARC-Nucléart est également confronté à cette problématique avec des pièces traitées depuis quelques années, provenant d'une épave génoise du XVI^e siècle, la *Lomellina*, découverte au large de Villefranche-sur-Mer.

Les remèdes préconisés ces dernières années sur ces pièces consistaient en un nettoyage mécanique et des traitements en surface, soit pour extraire les sels de fer, soit pour neutraliser l'acidité du bois due à la formation d'acide sulfurique.

Par ailleurs, pour d'autres collections en attente de traitement, en bois encore à l'état gorgé d'eau et contenant des composés soufrés tels que la pyrite (FeS_2) ou le soufre élémentaire (S), il se révèle essentiel d'éliminer ce soufre avant tout traitement de conservation.

Pour ce faire, des essais d'oxydation par des composés oxydants, tels que l'eau oxygénée, le persulfate de sodium, de potassium ou le nitrate de potassium, ont été menés ces deux dernières années sur la pyrite commerciale et sur certains échantillons de bois contenant des efflorescences de pyrite. Les résultats les plus encourageants, en termes de rendement et d'innocuité vis-à-vis du bois, ont été obtenus avec le persulfate de sodium, à condition, dans tous les cas, d'éviter l'acidification du milieu grâce à l'ajout de solution tamponnée à base de bicarbonate de sodium.



1. Application de cataplasme pour oxydation chimique des efflorescences de composés sulfurés à la surface d'une pièce archéologique déjà traitée.
2. Avant cataplasme.
3. Après cataplasme.

IMPACT DU MILIEU D'ENFOUISSEMENT SUR LA DÉGRADATION DE CUIRS ARCHÉOLOGIQUES GORGÉS D'EAU ET MISE AU POINT D'UN PROTOCOLE DE CONSOLIDATION

PROJET FINANCÉ PAR LE MINISTÈRE DE LA CULTURE /MRT (PNRCC 2006-2007)
COLLABORATION AVEC LE CENTRE DE RECHERCHE SUR LA CONSERVATION DES COLLECTIONS (CRCC)
EX-CENTRE DE RECHERCHE SUR LA CONSERVATION DES DOCUMENTS GRAPHIQUES (CRCDG)
ET LE LABORATOIRE DE DYNAMIQUE, INTERACTIONS ET RÉACTIVITÉ (LADIR)

- Les objectifs ambitieux de ce programme de recherche mené au cours des années 2006 et 2007 étaient :
- d'améliorer notre connaissance du matériau "cuir archéologique gorgé d'eau",
 - de dégager les paramètres pertinents qui distinguent sa dégradation de celle des cuirs dits "historiques", ainsi que les différences repérables d'un site à l'autre, d'un objet à l'autre ou d'une partie de l'objet à une autre,
 - d'en déduire une méthode d'atelier pour évaluer le degré de dégradation,
 - d'adapter le pilotage du traitement au PEG 400 en fonction des résultats de cette évaluation,
 - de proposer de nouveaux protocoles de traitements incluant des produits consolidants pour les cuirs les plus dégradés.

Nous avons pris en compte trois types de site de prélèvement très différents : fluvial, lacustre, maritime. Le programme de caractérisation, très complet, a permis d'améliorer significativement notre connaissance du matériau. Mais des difficultés importantes demeurent cependant, qui nous ont empêché d'atteindre tous les résultats attendus pour certaines méthodes d'analyse.

Ainsi, la structure secondaire du cuir n'a pas pu être étudiée comme prévu, la spectrométrie Raman et l'électrophorèse gel 2D n'ayant pu être optimisées.

La calorimétrie différentielle a finalement donné des résultats intéressants. Elle a permis la caractérisation de la fonction intermédiaire et volumique de l'eau dans le cuir gorgé d'eau. L'étude des distributions relatives molaires des acides aminés a permis de conclure à une homogénéité des échantillons par pièce, voire par site. Les différences significatives entre les sites ont montré que les échantillons de Saint-Malo la Natière semblent être les plus dégradés, ce qui est confirmé par les difficultés de traitements rencontrés sur cette collection.

Cette méthode se révèle donc particulièrement pertinente pour appréhender la dégradation des cuirs archéologiques. Cependant, à l'échelle de l'atelier de conservation, les mesures en calorimétrie différentielle à sec restent une méthode plus facilement accessible, même si sa représentativité pour piloter les traitements de consolidation n'a pas été démontrée. Enfin, la mesure de la charge ionique est, peut-être, un facteur intéressant à connaître pour la mise en œuvre de nouveaux produits consolidants. Nous n'avons pas pu intégrer à temps cette dernière technique de caractérisation dans notre recherche de nouveaux procédés de consolidation. Pour cette partie du programme, nos essais ont porté, d'une part, sur des produits synthétiques connus pour leur utilisation dans le domaine de la conservation, ou des dérivés de ces mêmes produits, et, d'autre part, sur des produits naturels. Nous avons dissocié les rôles lubrifiants (PEG 400 et glycérol) du rôle de consolidant.

Malgré leur proximité chimique avec le cuir, la gélatine de collagène porcine et le chitosan n'ont pas donné des résultats encourageants. Parmi les produits naturels, seul l'agar-agar semble permettre de recouvrer le niveau de souplesse recherché par les restaurateurs, mais le caractère consolidant n'a pas pu être testé faute de temps.

Pour, les produits synthétiques, si l'alcool polyvinylique s'est montré décevant, les résultats obtenus avec le carbamate PolyToluène, di-isocyanate de polyéthylène glycol 400 (appelé dans cette étude PTP 400) se sont révélés prometteurs. Associé au PEG 400 comme lubrifiant, il autorise une consolidation significative en respectant au mieux la souplesse initiale du cuir gorgé d'eau. Seule la couleur, sombre et satinée, bien que jugée acceptable, ne répond pas de manière complètement satisfaisante aux attentes des restaurateurs. L'application de cette méthode avec succès sur des objets réels issus du site de la Natière à Saint-Malo, qui avaient auparavant subi des traitements non satisfaisants au PEG 400, prouve tout l'intérêt de la méthode.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE DÉCONTAMINATION DES SOLUTIONS DE STOCKAGE EN EAU ET DES SOLUTIONS DE PEG 4000 UTILISÉES POUR LE TRAITEMENT DES BOIS ARCHÉOLOGIQUES

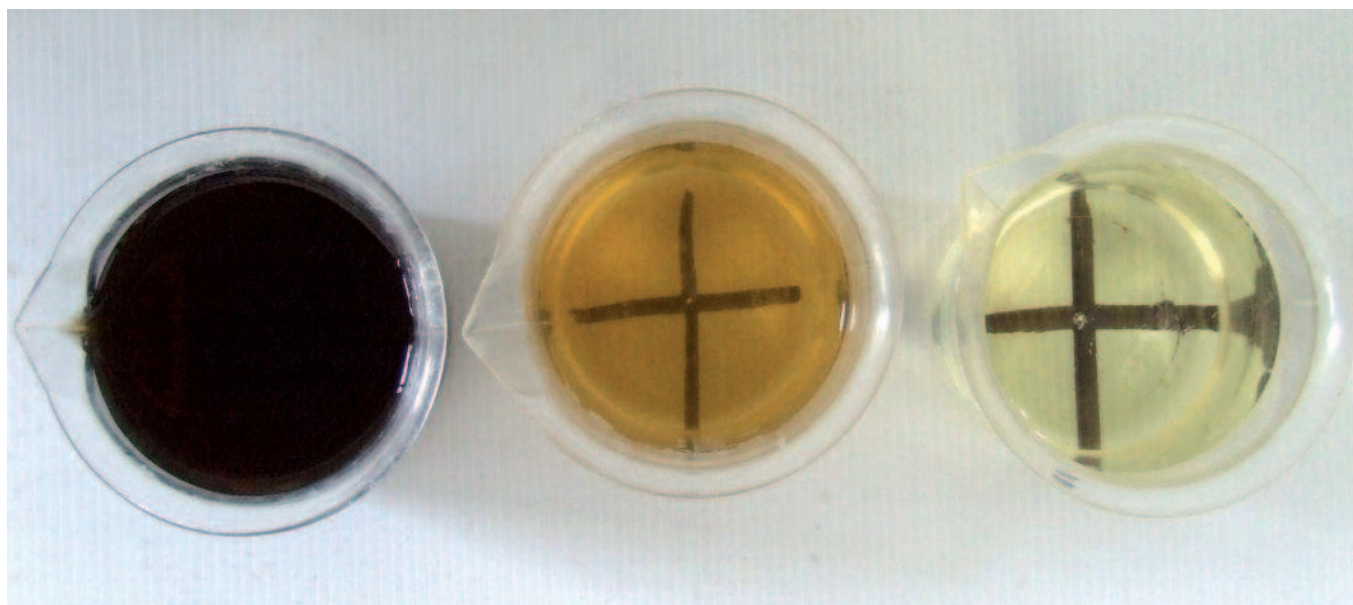
Les problèmes de contaminations biologiques (moisissures, levures, bactéries) des solutions de stockage en eau et des solutions de traitement de PEG 4000 ont pu être réduits, ces dernières années, grâce à l'utilisation de nouveaux procédés de décontamination permettant de limiter l'usage des produits phytosanitaires nocifs et onéreux.

Pour cela, ARC-Nucléart a mis en place avec succès des équipements de filtration comprenant des modules de microfiltration et de décoloration sur charbon actif. Ce dispositif intégré aux cuves utilisées pour les traitements permet de clarifier et d'éliminer une grande partie des agents biologiques, notamment les levures.

En parallèle, ont été testés des dispositifs de désinfection UV (lampe germicide) qui ont l'avantage de fonctionner en continu, sans ajout d'adjuvant toxique dans les bains de stockage en eau.

Enfin, nous poursuivons également l'évaluation de nouvelles formulations de biocides non toxiques fabriqués à partir de principes actifs extraits de végétaux (thym, clou de girofle, lavandin, etc.) pour lutter contre les contaminants biologiques en cas d'infestation avérée.

L'étude et la mise en œuvre de ces procédés améliorent sensiblement la qualité sanitaire des solutions, tout en limitant les interventions. Ils permettent aussi de recycler, après emploi, les solutions de PEG pour de nouveaux traitements. De cette manière, nous avons pu réduire, à la fois, le coût des traitements et la production de déchets issus des processus d'imprégnation.



Bains d'imprégnation avant décontamination (à gauche) et après filtration à 2 μm et décoloration sur charbon actif (à droite).

DÉSINSECTISATION PAR UN TRAITEMENT UTILISANT UN VIDE PARTIEL

Depuis 2005, ARC-Nucléart a mis en œuvre des traitements d'anoxie dynamique pour les objets qui ne peuvent pas être désinsectisés par irradiation gamma sous rayonnement gamma (taille trop importante ou matériaux incompatibles avec les doses utilisées). Les objets présentant d'importantes surfaces d'échange pour un faible volume sont tout à fait adaptés à des traitements d'anoxie, malgré les inconvénients liés à cette technique : durée de traitement importante (vingt et un jours) et conduite de l'opération de façon très rigoureuse pour assurer, à la fois, la fiabilité de la désinsectisation et la protection des objets (oxymètre calibré, poche parfaitement étanche, maîtrise de l'humidité relative dans la poche d'azote).

En revanche, pour des objets en bois de gros volumes, la fiabilité de l'anoxie dynamique est discutable. Il existe un doute sur le parfait dégazage du bois au cœur des objets, même après le temps réglementaire. Le bois peut être considéré, en effet, comme un milieu semi-fermé qui a tendance à piéger les gaz à l'intérieur de sa porosité. Il est donc possible de fixer suffisamment d'oxygène au cœur du bois, non détectable par l'oxymètre, pour maintenir en vie des œufs, voire des larves d'insectes.



L'enceinte de traitement sous vide partiel.



Une larve desséchée (à droite) comparée à une larve vivante (à gauche).

Le programme expérimental comprend la réalisation de plaquettes polychromées, sur la base de techniques anciennes, afin d'être représentatives du comportement des objets en bois polychromé dans les conditions de traitement sous vide.

Par conséquent, ARC-Nucléart expérimente, depuis 2006, un procédé original de désinsectisation sous vide partiel. Le vide permet une bien meilleure efficacité de dégazage de la porosité du bois comparée à celle d'un simple échange isobare entre deux gaz (air/azote). Nous avons pu constater qu'il était possible de réguler l'humidité de l'atmosphère à l'intérieur d'une enceinte de 50% à 80% (selon la consigne d'humidité relative choisie) avec un vide partiel de 30 mbar. Un taux de mortalité de 100% est obtenu après cinq jours de traitement seulement pour des larves de capricorne.

Le vide permet de détruire les insectes par déshydratation (départ de l'eau libre), au lieu de les détruire par anoxie. En revanche, le vide doit rester partiel pour maintenir une humidité relative suffisamment élevée dans l'enceinte afin de bloquer l'humidité dans le bois (eau liée) et éviter les déformations induites par retrait de fibres lorsqu'il y a des variations importantes de l'humidité relative autour des objets.

Une enceinte de traitement d'un volume utile de 2,8 m³ et parfaitement sécurisée, cédée par le CEA-Grenoble à l'atelier, est en cours adaptation à ce procédé. L'année 2009 permettra de valider un protocole de traitement de cette enceinte efficace sur les larves, mais aussi sur les œufs d'insectes.

ÉTUDES DES EFFETS DES RAYONNEMENTS GAMMA SUR LES MATÉRIAUX CONSTITUTIFS D'OBJETS DU PATRIMOINE CULTUREL

Les études entreprises en 2005 pour améliorer notre connaissance des effets des rayonnements gamma sur les matériaux d'intérêt patrimonial ont continué en 2006, 2007 et 2008.

Nous avons particulièrement porté notre attention sur le devenir de la couleur dans les domaines de doses de nos traitements, et jusqu'à un ordre de grandeur au-delà. Nous avons également inclus dans notre étude des matériaux qui ne sont pas, a priori, sensibles aux attaques des ravageurs biologiques, mais qui peuvent être associés à des matériaux organiques nécessitant désinsectisation ou désinfection.

Sans surprise, les matériaux transparents, en particulier d'origine minérale, se sont montrés les plus sensibles. À de très rares exceptions près (le quartz de silice pure reste très transparent jusqu'à, au moins, 200 kGy !), ils perdent très vite une grande partie de leur qualité de transmission de la lumière et ce dès les doses de désinsectisation. Les verres et les gemmes transparentes foncent rapidement.

Le même type de comportement est observé pour les plastiques transparents. Dans le même ordre d'idée, les milieux transparents colorés, minérales ou plastiques, ont tendance à changer de teinte.

Ces transformations optiques s'expliquent, majoritairement, par l'activation de centres de couleur autour des impuretés, sous l'effet de l'excitation dans les réseaux électroniques après dépose de l'énergie du rayonnement dans le matériau. Elles ne supposent aucune modification chimique. À noter d'ailleurs que la plupart de ces modifications de couleurs sont, au moins, en partie réversibles.

De l'autre côté de l'échelle, on retrouve des matériaux complètement opaques qui ne varient absolument pas de couleur et ce jusqu'à plus de 200 kGy. C'est le cas de la quasi-totalité de la trentaine de pigments testés pour leur représentativité dans les techniques anciennes, mais aussi dans les techniques modernes de restauration. Seul le "blanc d'argent" (carbonate basique de plomb) fait exception à cette affirmation, quoique de manière toute relative puisque le léger jaunissement ne devient décelable à l'œil humain qu'à partir de 50 kGy, soit 5 fois la dose de référence pour un traitement fongicide ou 100 fois celle de désinsectisation.

Pour la polychromie en général, on aurait pu craindre aussi un changement de couleur dû à l'action du rayonnement sur les liants et les vernis qui doivent assurer une fonction de transparence. L'expérience prouve que les modifications de transparences de ces matériaux deviennent complètement négligeables aux épaisseurs utilisées en polychromie, à l'exception relative de la gomme arabique et de la gomme dammar, pour lesquelles on peut déceler à l'œil des modifications de couleur au delà de 20 kGy, si les épaisseurs atteignent plusieurs dixièmes de millimètre.

Entre les matériaux complètement opaques et les matériaux transparents, on trouve les matériaux présentant une certaine translucidité. C'est le cas de gemmes organiques comme l'ambre ou des matériaux précieux et ornementaux d'origine animale comme la nacre, l'ivoire, l'écaille, l'os, la corne, l'andouiller, etc. Ils sont généralement légèrement sensibles à l'irradiation, mais dans des proportions qui peuvent varier. Ainsi certaines nacres blanches sont relativement sensibles dès une dose de désinsectisation à 500 Gy alors que des nacres grises ne changent significativement de couleurs qu'après des doses de désinfection de 20 kGy. On peut ajouter dans cette catégorie la porcelaine et le marbre pour lesquels des changements de couleur décelables à l'œil humain peuvent apparaître au-delà de 1 kGy.

D'un point de vue théorique, les changements de couleurs observés dans ces matériaux s'expliquent souvent par une oxydation radio-induite après ionisation de la matière. Ce phénomène est sensible à un ordre de grandeur de dose légèrement supérieur (typiquement les doses de désinfection au-delà de 10 kGy) à celui de l'activation de centre de couleurs par excitations des réseaux électroniques, car il nécessitent un nombre d'ionisations significatif. Il se traduit le plus souvent par un jaunissement.

Afin d'aider à la décision sur le choix d'une méthode de désinsectisation ou de désinfection, nous proposons le tableau récapitulatif suivant sur l'adéquation d'un traitement par irradiation gamma en présence de certains matériaux :

MATÉRIAUX	DÉSINSECTISATION (500 Gy)	DÉSINFECTION (10 kGy)	REMARQUES
Bois	oui	oui	
Liant et résine	oui	oui	La gomme arabique en forte épaisseur (plusieurs dixièmes de millimètre) peut présenter un jaunissement sensible à des doses de désinfection.
Pigments	oui	oui	Les pigments à bases d'oxyde de plomb peuvent présenter un jaunissement à peine perceptible à des surdosages mal maîtrisés lors de traitement de désinfection.
Momie	oui	oui	La désinfection par rayonnement gamma d'une momie, bien que composée de matériaux dits "fragiles", doit être envisagée dès lors qu'il y a un risque de dégradation par des espèces fongiques.
Cuir, peau, parchemin	oui	à justifier	Dans le cas d'un cuir exceptionnellement fragile et de très faible épaisseur, on peut préférer l'anoxie pour un traitement de désinsectisation.
Fourrure, poil, plume	oui	oui / à justifier	La désinfection d'un animal naturalisé ayant un caractère "patrimonial" doit être justifiée. La désinsectisation par rayonnement gamma de plumes n'a à ce jour jamais posé de problème, mais l'anoxie est une technique alternative.
Textile	oui	à justifier	Dans le cas de tissus extrêmement fragiles et isolés, on peut préférer l'anoxie pour un traitement de désinsectisation. Attention toutefois à certains colorants qui pourraient poser problèmes lors de la mise en œuvre de l'une ou l'autre des techniques.
Papier	pas d'usage en France	non ou à titre exceptionnel	Le procédé de désinsectisation ou de désinfection par irradiation offre un intérêt pour le traitement en grand volume. Dans le cas de papier isolé, on préférera une désinsectisation par anoxie.
Nacre "grise", andouiller	oui	oui	
Ambre	oui	non	
Nacre "blanche", ivoire, corne, os, écaille	à justifier	à éviter	Une faible variation de couleur est parfois mesurable dès les doses de désinsectisation. L'irradiation peut être envisagée si elle est justifiée, par exemple, par une contamination active et/ou par la difficulté de mettre en place une technique d'anoxie.
Marbre, porcelaine	à éviter si possible	à éviter	Pour le mobilier, la pratique est de déposer les parties en marbre avant irradiation pour désinsectisation.
Verre	non	non	
Cristaux (gemmes transparentes)	non	non	
Mica, gemmes opaques (jade, jaspé, lapis-lazuli, turquoise)	oui	oui	

Le travail entrepris depuis maintenant plusieurs années devra être complété à l'avenir. Pour ne parler que de la couleur, il serait encore intéressant de caractériser l'effet de l'irradiation sur les émaux ou encore sur les colorants utilisés pour les textiles.



Tenue des couleurs à l'irradiation : en bas, les échantillons référencés non irradiés ; en haut, les échantillons irradiés à une dose de 200 kGy.

ÉTUDE DES INTERACTIONS ENTRE LES POLYÉTHYLÈNE GLYCOLS ET LE BOIS ARCHÉOLOGIQUE PAR SPECTROSCOPIE RÉSONANCE MAGNÉTIQUE DU CARBONE 13 À L'ÉTAT SOLIDE

PROJET DE RECHERCHE SOUTENU PAR LA DRT DU CEA-GRENOBLE DANS LE CADRE DU COUPLAGE RECHERCHE AMONT-AVAL, EN PARTENARIAT AVEC LE LABORATOIRE DE RÉSONANCE MAGNÉTIQUE DU SERVICE DE CHIMIE INORGANIQUE ET BIOLOGIQUE (INSTITUT DES NANOSCIENCES ET CRYOBIOLOGIE, CEA-GRENOBLE)

L'objectif de l'étude est de déterminer les niveaux de diffusion des polyéthylène glycols (PEG) dans la structure poreuse du bois archéologique :

- dans les pores ou vaisseaux du bois (taille micrométrique)
- et/ou dans la paroi cellulaire constituée de cellulose et de lignine (fibrilles avec des pores nanométriques).

La technique d'analyse utilisée, la Résonance magnétique du carbone 13 à l'état solide, présente de nombreux avantages, par rapport à d'autres techniques, pour étudier des échantillons de bois archéologique en chêne peu dégradé imprégnés de PEG de masses moléculaires 400 et 4000, à savoir :

- pas de traitement chimique préalable des échantillons,
- quantification rapide du PEG par déconvolution des spectres de résonance magnétique,
- possibilité de l'étude des interactions entre les PEG et les composants du bois à partir des courbes de montée en polarisation.

L'étude comparative des échantillons de chêne archéologique imprégnés des deux types de PEG montre certaines similitudes au niveau de leur diffusion homogène dans la structure du bois et de la formation de domaines d'interaction entre les PEG et les constituants pariétaux du bois. En effet, il a été montré que la cellulose du bois forme, avec les deux PEG, une sorte d'alliage moléculaire, ordonné ou pas, ainsi que des domaines moléculaires dont la taille varie de 2 à 30 nanomètres.

Par cette étude, il est démontré que le PEG 4000, comme son homologue de taille dix fois plus petite, arrive à diffuser dans la paroi cellulaire du bois, permettant une meilleure stabilisation dimensionnelle de sa structure face aux variations climatiques.

VALORISATION INDUSTRIELLE

PRESTATIONS D'IRRADIATION GAMMA À FAÇON

Le rechargement des sources radioactives en 2005 a permis de reprendre les irradiations à façon pour les industriels et/ou les instituts de recherches en lien, en particulier, avec le secteur nucléaire. La plupart de ces irradiations ont été menées dans des conteneurs étanches déplacés jusqu'à proximité de sources fixes disposées en piscine.

Nous utilisons principalement deux dispositifs :

- le dispositif dédié aux biologistes du CEA-Grenoble "Anémone Bio" comportant deux zones de débits de dose à environ 10 Gy/min et 2 Gy/min,
- le dispositif "INTI" permettant de réaliser des irradiations dans un débit de dose de l'ordre de 1 à 1,5 kGy/h très homogène grâce au mouvement de rotation imposé au conteneur cylindrique en fond de piscine, au centre des sources disposées en couronne. Ce dispositif permet aussi de contrôler l'atmosphère (azote, oxygène, ...) et la température jusqu'à des températures de l'ordre de 100°C. Pour les cas où l'irradiation en conteneur étanche n'est pas possible, par exemple pour des raisons de tailles des objets à irradier ou parce que les objets doivent être connectés ou instrumentés, il est possible de réaliser ces irradiations en cellule.

En 2006, 2007 et 2008, nous avons ainsi réalisé environ 300 irradiations pour le compte des biologistes de la direction des Sciences du vivant et des biochimistes de la direction des Sciences de la matière du CEA-Grenoble. Ces irradiations avaient pour objet l'étude des effets radio-biologiques à différentes échelles, par exemple sur l'ADN, sur des cellules ou sur des tissus vivants, mais elles pouvaient aussi servir d'outils pour des études portant sur d'autres sources de stress en offrant la possibilité d'inactiver le système nerveux de petits animaux (déplétion).

Dans le dispositif "INTI", nous avons réalisé deux campagnes d'irradiation de polymères de type EPDM chargés, pour étudier leur vieillissement thermique et sous irradiation dans le cadre du contrat de programme de recherche COPOLA (AREVA, CEA, CNRS, EDF, Laborelec et Nexans), trois campagnes d'irradiations de polymères divers en ampoules étanches pour l'analyse des gaz de radiolyse pour des équipes du CEA travaillant aussi sur le programme COPOLA, deux campagnes de qualification de câble destinés à des applications spatiales pour Radiall, une campagne de tests de différents matériaux pouvant être utilisés comme joints dans l'industrie nucléaire pour DCNS et Eiffel, et une campagne de qualification de mousses expansives ayant des propriétés de protection biologique destinées au bâtiment dans l'industrie nucléaire pour Mécatiss.

En cellule, nous avons réalisé des irradiations de qualifications de petit matériel d'instrumentation pour l'institut Laue-Langevin de Grenoble et d'échantillons de composés utilisés pour les bio-puces pour tester leur comportement à des doses de stérilisation utilisées pour des applications médicales.

FORMATION ET ENSEIGNEMENT



Séance de travail
lors du stage des
conservateurs de
Chengdu (Chine).



ENCADREMENT DE STAGES

2006

- Aurélié Destafanie, École préparatoire ENSI, Nancy :
« Traitement de brumisation des barges de Lyon Saint-Georges »
- Marion Guinard, IUT de chimie, 2^e année, Grenoble :
« Stabilisation du soufre avec un traitement Nucléart »
- Pierre Laurier, IUT de mesures physiques, 2^e année, Saint-Étienne :
« Séchage du bois archéologique peu dégradé »
- Marie Olivier, ENSPG, 2^e année, Grenoble :
« Comportement des matériaux sous rayonnement gamma »
- Émilie Piolat, IUT de mesures physiques, 2^e année, Grenoble :
« Désinsectisation par anoxie »
- Antonin PrévotEAU, ENSEEG, 2^e année, Grenoble :
« Nettoyage des concrétions soufrées »
- Clotilde Proust, Master de restauration, 4^e année, Paris 1-Sorbonne :
« Pré-montage d'une barque du XVIII^e siècle »
- Lionel Rosseto, IUT de chimie, 2^e année, Grenoble :
« Stabilisation du bois moderne »

2007

- Émilie Blanc, École d'Avignon, restauration des œuvres peintes, 4^e année :
« Conservation et restauration des cuirs archéologiques »
- Fabien Bringuillier, IUT de mesures physiques 2^e année, Grenoble :
« Désinsectisation par anoxie / congélation »
- Julien Dez, Master 2 archéologie, Paris 1-Sorbonne :
« Réception et traitement des collections archéologiques »
- Bertrand Gérey, IUT de mesures physiques, 2^e année, Saint-Étienne :
« Comportement des matériaux sous rayonnement gamma »
- Florian Miffon, IUT de chimie, 2^e année, Grenoble :
« Stabilisation dimensionnelle du bois moderne »
- Mathieu Morlet, ENSEEG/INPG, 2^e année, Grenoble :
« Extraction du soufre par voie chimique »
- Antonin Parrot, IUT de mesures physiques, 2^e année, Grenoble :
« IRTF pour étude de polychromie »
- Clara Serano, IUT de chimie, 2^e année, Grenoble :
« Consolidation du cuir archéologique très dégradé »

2008

- Fanny Bauchau, ENSEEG/INPG, 2^e année, Grenoble :
« Extraction du soufre par du persulfate »
- Pierre-Luc Bouchet, IUT de mesures physiques, 2^e année, Grenoble :
« Programmation de l'enceinte d'anoxie »
- Virginie Caroff, Master 1 de chimie, Grenoble :
« Définition d'un protocole de désinsectisation sous vide »
- Romain Le Monnier, IUT de mesures physiques, 2^e année, Saint-Étienne :
« Dégradation des matériaux en nitrate de cellulose »

EXPERTISES, ENSEIGNEMENTS, FORMATIONS

ARC-Nucléart (toute l'équipe)

- Journée d'accueil des conservateurs stagiaires de l'Institut national du patrimoine (promotions 2005, 2006 et 2007) : découverte du laboratoire et de l'atelier (16 mars 2006, 3 mai 2007 et 5 mai 2008).
- Journée d'accueil des conservateurs des Antiquités et Objets d'Art (10 mars 2006 et 12 juin 2007) : découverte du laboratoire et de l'atelier.
- Accueil d'un stage, co-organisé avec l'Institut national du patrimoine dans le cadre de la formation permanente des restaurateurs du patrimoine, « La consolidation des objets en bois » (6-8 décembre 2006).
- Formation de deux conservateurs des musées de Chengdu (Sichuan, Chine), Yang Sheng et Bai Lu : « Les traitements de conservation appliqués aux objets archéologiques en bois gorgés d'eau » (13 octobre-7 novembre 2008).

Quoc Khôi Tran

- Encadrement du stage de Lucie Machado, chercheuse au Centre de recherche nucléaire de São-Paulo, et de Margot Crescenti, restauratrice indépendante à São-Paulo (Brésil), sur « Les procédés d'irradiation gamma », (16-20 avril 2007).
- Mission d'expertise et de formation à Mexico, à l'invitation de l'Institut national mexicain d'Anthropologie et d'Histoire - Coordination nationale pour la conservation du patrimoine culturel (1^{er}-15 août 2006) :
 - Traitement d'une statuette en bois polychromé (époque maya) par le procédé "Nucléart"
 - Cours sur « La conservation des bois archéologiques », dans le cadre de la formation des conservateurs et restaurateurs mexicains.
- Mission d'expertise à Lisbonne, à la demande du Centre national d'Archéologie subaquatique et sous-marine du Portugal, sur « Le suivi du traitement en cours de vestiges archéologiques » (28 avril au 1^{er} mai 2007).

Magdeleine Clermont-Joly, Pierre Vaudaine, Henri Bernard-Maugiron, Gilles Chaumat :

- Missions d'expertise en Chine pour assistance au traitement des vestiges du site archéologique des "bateaux cercueils" de Chengdu (octobre 2006 et janvier 2007).

Pierre Vaudaine, Henri Bernard-Maugiron

- Mission d'expertise en Turquie sur le site archéologique de Yenikapı à İstanbul (janvier 2008).

Gilles Chaumat

- Cours commun MST-Paris 1/Institut national du patrimoine, Paris :
 - « Utilisation de la lyophilisation pour sécher les matériaux organiques dégradés » (janvier 2006, décembre 2007, décembre 2008)
 - « Apport des laboratoires de recherche scientifique à la conservation-restauration des œuvres d'art » (avril 2006, février 2007, janvier 2008)
- Cours à l'université Joseph-Fourier, Grenoble : « Les procédés de traitement utilisés par ARC-Nucléart pour traiter les collections patrimoniales » (novembre 2006, décembre 2007, décembre 2008)
- Cours à l'université Louis-Lumière, Lyon : « Description des traitements utilisés pour les objets archéologiques » (octobre 2008)
- Formation pour le Centre national de la fonction publique territoriale, Chalon-sur-Saône :
 - « La conservation préventive des objets archéologiques sous-marins et subaquatiques » (mai 2007)

Laurent Cortella

Entre 2006 et 2008, présentation des installations d'ARC-Nucléart et de la gestion des risques pour les formations suivantes :

- École nationale supérieure de physique de Grenoble, 3^e année module sûreté (Institut national polytechnique de Grenoble).
- École polytechnique de Grenoble 1, université Joseph-Fourier, spécialité PRIHSE (prévention des risques industriels hygiène sécurité environnement).
- Institut national des sciences et techniques nucléaires et faculté de médecine, université Joseph-Fourier Grenoble 1, Master de radioprotection.
- Institut national des sciences et techniques nucléaires, formation ingénieur sécurité d'installation du CEA.

Laurent Cortella, Quoc Khôi Tran

- Formation, à la demande de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA, Vienne, Autriche) de vingt-cinq scientifiques de onze pays des Balkans, sur « Le procédé d'irradiation gamma pour le patrimoine culturel », ARC-Nucléart (25-29 juin 2007).
- Participation au colloque « Sciences des matériaux du patrimoine culturel » organisé à Paris par la mission de la Recherche et de la Technologie (ministère de la Culture et de la Communication) avec communication de Laurent Cortella : « Impact du milieu d'enfouissement sur la dégradation des cuirs archéologiques gorgés d'eau et mise au point d'un protocole de consolidation » (6-7 décembre 2007).

PARTICIPATION À DES RÉSEAUX SCIENTIFIQUES

Quoc Khôi Tran

- Participation à l'assemblée générale du GdR 2114 CHIMART à Paris (25-26 janvier 2006).
- Organisation et participation à la réunion du groupe de travail GdR 2114 CHIMART 2 à ARC-Nucléart (7 mars 2007) : « Les matériaux organiques du patrimoine ».
- Participation à la 2^e réunion du réseau européen COST, WOODCULTHER Action IE0601 : (les sciences du bois pour la conservation du patrimoine culturel), à Tervuren (7-8 juin 2007) avec présentation d'un poster: « Studies and research for the conservation-restoration of dry wooden artefacts and waterlogged archaeological wood ».
- Participation à la 3^e réunion du réseau européen COST, WOODCULTHER, à Florence (8-10 novembre 2007) avec présentation d'une communication : « Various physical and analytical methods to control the impregnation efficiency of archaeological artefacts by different consolidating resins ».

PUBLICATIONS ET RAPPORTS TECHNIQUES

PUBLICATIONS

Sophie CHAMPDAVOINE : « Restauration d'un Christ en croix de procession en papier mâché, daté du XVII^e siècle, provenant de la chapelle des Pénitents d'Espalion (Aveyron) », in *CoRé* n°16, mars 2006, pp. 34-45.

Malala Sylvie RAKOTONIRAINY, Loïc CAILLAT, Cécile HÉRAUD, Jean-Bernard MEMET, Quoc Khôi TRAN : « Effective biocide to prevent microbiological contamination during PEG impregnation of wet archaeological iron-wood artefacts », in *Journal of Cultural Heritage*, volume 8, n°2, 2007, pp. 160-169.

Michel BARDET, Guillaume GERBAUD, Quoc Khôi TRAN, Sabine HEDIGER : « Study of interactions between polyethylene glycol and archaeological wood components by C13 high-resolution solid-state CP-MAS NMR », in *Journal of Archaeological Science*, n°34, 2007, pp. 1670-1676.

Sandrine MORLAT-THÉRIAS, Jean-Luc GARDETTE, Gilles CHAUMAT, Quoc Khôi TRAN, Stéphane DUMARCAY, Philippe GÉRARDIN, Emmanuel MAURIN : « Comportement à long terme de polymères de consolidation hydrosolubles », in *L'Actualité chimique*, (CNRS), n°312-313, octobre-novembre 2007, pp. 93-97.

Sandrine MORLAT-THÉRIAS, Jean-Luc GARDETTE, Gilles CHAUMAT, Quoc Khôi TRAN, Stéphane DUMARCAY, Philippe GÉRARDIN, Emmanuel MAURIN : « Durabilité de polymères hydrosolubles utilisés pour la consolidation des objets archéologiques en bois humide », in *Techné*, hors série 2008, actes du colloque Science des matériaux du patrimoine culturel, Paris 6-7 décembre 2007, pp. 53-59.

Laurent CORTELLA, Frédérique JUCHAULD, Sandrine LECOMTE, Sylvie THAO-HEU, Karim DIF, Nébia BOUMLIL, Gilles CHAUMAT : « Impact du milieu d'enfouissement sur la dégradation des cuirs archéologiques gorgés d'eau et mise au point d'un protocole de consolidation », in *Techné*, hors série 2008, actes du colloque Science des matériaux du patrimoine culturel, Paris 6-7 décembre 2007, pp. 96-103.

Gilles CHAUMAT, Lionel BLANC, Christophe ALBINO, Florian MIFFON : « Development of new consolidation treatments from fatty acid resin solutions », in *Proceedings of the 10th ICOM group on wet organic archaeological materials conference*, Amsterdam 2007, pp. 291-299.

Quoc Khôi TRAN, Marion GUINARD : « Stabilisation of dry archaeological wood having sulphur compounds by impregnation of radiation-curing unsaturated polyester resin », in *Proceedings of the 10th ICOM group on wet organic archaeological materials conference*, Amsterdam 2007, pp. 563-576.

Gilles CHAUMAT, Christophe ALBINO : « Use of di-carboxylic fatty acid based resins for oleothermal treatments », in *Proceedings of the 3rd European conference on wood modification*, Cardiff, 15-16 octobre 2007, pp. 99-104.

Michel L'HOURL, Élisabeth VEYRAT, Nébia BOUMLIL : « Site de la Natière à Saint-Malo : la remise en forme d'un tonnelet », in *Conservation-restauration des biens culturels*, ARAAFU, 2007, n°25, pp. 21-24.

Magdeleine CLERMONT-JOLY : « Les Matériaux organiques archéologiques », in *Archéologie sous-marine et musée*, actes des journées d'étude de l'Association générale des conservateurs des collections publiques, section Provence-Alpes-Côte-d'Azur, collection Exos 2007, éditions Fage, pp. 42-49.

Sous la direction de Henri BERNARD-MAUGIRON, Philippe CŒURÉ, Magdeleine CLERMONT-JOLY, Jacques DUCHÊNE, Pierre VAUDAINE, Paul VEYSSEYRE : *Sauvé des eaux, le patrimoine archéologique en bois, histoires de fouilles et de restauration*, édition ARC-Nucléart, septembre 2007. [\[voir conditions de vente en dernière page\]](#)

Alejandra ALONSO-OLIVERA, Quoc Khôi TRAN : « Conservation of a pre-Columbian wooden sculpture : a Mexican-French collaboration using gamma radiation technology for consolidation », in *Proceedings ICOM-Committee for conservation*, 15th international conference, New Delhi, 22-26 septembre 2008, vol. II, pp. 724-730.

Mihalis CUTRUBINIS, Quoc Khôi TRAN, Eugen BRATU, Loïc CAILLAT, Daniel NEGUT, Gheorghe NICULESCU : « Disinfection and consolidation by irradiation of wooden samples from three Romanian churches », conference of COST IE 0601 *Woodculther*, Braga, Portugal, 5-7 novembre 2008.

Daniel NEGUT, Laurent CORTELLA, Mihalis CUTRUBINIS, Quoc Khôi TRAN, Corneliu CATALIN PONTA : « Colour measurements intercomparison of disinfected by irradiation polychromed wooden objects », conference of COST IE 0601 *Woodculther*, Braga, Portugal, 5-7 novembre 2008.

Michel BARDET, Guillaume GERBAUD, Laurent LE PAPE, Sabine HEDIGER, Quoc Khôi TRAN, Nélia BOUMLIL : « NMR and EPR as analytical tools to investigate structural features of archaeological leathers », in *Analytical Chemistry* (American Chemical Society), 2009, 81, pp. 1505-1511.

Magdeleine CLERMONT-JOLY, Pierre VAUDAIN : « Le Laboratoire ARC-Nucléart et la conservation-restauration des vestiges de l'archéologie minière, de la fouille au musée », in *Archéologie et paysages des mines anciennes*, éditions A. et J. Picard, 2008, pp. 127-135.

Magdeleine CLERMONT-JOLY : « Conservation et restauration, les matériaux organiques découverts en milieu fluvial », in *Les Dossiers de l'Archéologie* « Archéologie fluviale en Europe », n°331, janvier-février 2009, pp. 24-25.

BREVETS

Gilles CHAUMAT, Christophe ALBINO :

Brevet n°FR 06 10254 du 23 novembre 2006 : « Procédé de stabilisation d'un matériau comprenant du bois vis-à-vis de l'humidité ».

Brevet n°FR 07 05182 du 18 juillet 2007 : « Procédé de protection du bois contre l'humidité efficace sur une longue durée ».

Brevet n°FR 07 07149 du 12 octobre 2007 : « Procédé de traitement de stabilisation et de durcissement du bois ».

Brevet n°FR 07 07150 du 12 octobre 2007 : « Procédé de stabilisation ionique d'un matériau comprenant du bois à l'aide de produits tensio-actifs d'origine naturelle ».

Brevet n°FR 07 07151 du 12 octobre 2007 : « Procédé qui permet de rendre le bois très hydrophobe ».

Brevet n°FR 07 08302 du 28 novembre 2007 : « Procédé de coloration d'un bois clair dans son volume permettant de réaliser un substitut aux bois exotiques précieux ».

Brevet n°FR 08 02663 du 16 mai 2008 : « Procédé de séchage rapide de bois humide permettant de limiter les déformations et la fissuration ».

Brevet n°FR 08 02664 du 16 mai 2008 : « Procédé de séchage et de stabilisation du bois ».

NOTES TECHNIQUES INTERNES

Gilles CHAUMAT, Christophe ALBINO : Note technique n°07-232 : « Développement d'un procédé d'imprégnation du bois pour stabiliser le dimensionnel des parquets en bois vis-à-vis de l'humidité. Programme FITT ».

Gilles CHAUMAT, Quoc Khôi TRAN, Loïc CAILLAT, Lionel BLANC, Sandrine THÉRIAS, Jean-Luc GARDETTE, François MIRAMBET : Note technique n°08-221 : rapport intermédiaire du projet PNRCC : « Conservation des vestiges miniers *in situ* ».

Laurent CORTELLA, Frédérique JUCHAULD, Sandrine LECOMTE : Note technique n°07-254, rapport final du projet PNRCC : « Impact du milieu d'enfouissement sur la dégradation des cuirs archéologiques gorgés d'eau et mise au point d'un protocole de consolidation ».

INFORMATION ET COMMUNICATION



Visite des installations lors des Journées européennes du patrimoine.

CONCOURS CEA-AMF



Hervé Bernard, administrateur général adjoint du CEA, remettant le diplôme de lauréat à Emmanuel Serre, maire de Beaufin (Isère), en présence d'Éliane Giraud, présidente d'ARC-Nucléart.

- Actions d'information toute l'année auprès des communes de France et des conservateurs des Antiquités et Objets d'Art.
- Cérémonie annuelle de proclamation des résultats, à ARC-Nucléart les 30 janvier 2006 (édition 2005), 30 janvier 2008 (édition 2007) et 4 février 2009 (édition 2008), au Grand Palais à Paris, dans le cadre de l'exposition *Trésors engloutis d'Égypte*, le 31 janvier 2007 (édition 2006).

JOURNÉES EUROPÉENNES DU PATRIMOINE

En septembre 2006 et 2008, le troisième samedi du mois, accueil de neuf groupes pour une visite des installations de traitement et des ateliers de restauration sous la conduite de toute l'équipe d'ARC-Nucléart (160 et 187 personnes, sur inscription préalable limitée).

ACCUEIL DE VISITEURS À ARC-NUCLÉART, CONFÉRENCES, EXPOSITIONS, MANIFESTATIONS À L'EXTÉRIEUR

VISITES GUIDÉES

Toute l'année, pour des groupes divers français et étrangers (étudiants, chercheurs, professionnels de la culture ou du monde scientifique, associations culturelles ou patrimoniales, personnalités).

2006

672 visiteurs

- 13/01/2006 Étudiants du Master 2 Archéologie et Patrimoine de l'université Jean-Moulin, Lyon.
- 20/01/2006 Délégation d'élus et d'administratifs du Nord-Pas-de-Calais (pour le projet Louvre-Lens).
- 30/01/2006 Invités à la cérémonie du concours CEA-AMF 2006.
- 03/02/2006 Les Amis du musée de Grenoble.
- 08/02/2006 Étudiants de l'INPG, module sûreté et gestion des risques industriels, Grenoble.
- 10/03/2006 Conservateurs des Antiquités et Objets d'Art.
- 16/03/2006 Conservateurs stagiaires de l'Institut national du patrimoine, Paris.

01/04/2006 Étudiants en Histoire de l'art, université Pierre-Mendès-France, Grenoble.
 20/04/2006 Les Amis du musée de Grenoble.
 26-27/04/2006 Participants au congrès national des Sociétés historiques et scientifiques
 20/05/2006 Journée portes ouvertes pour les 50 ans du CEA-Grenoble.
 02/06/2006 M. Loos, ministre délégué à l'Industrie et une délégation.
 09/06/2006 Groupe de VALCOM Industrie.
 04/09/2006 Participants au colloque sur l'archéologie minière (L'Alpe-d'Huez).
 16/09/2006 Journées européennes du patrimoine.
 17/11/2006 Les Amis du musée de Grenoble.
 20/11/2006 Centre national de la fonction publique territoriale (CNFPT), délégation Rhône-Alpes, Grenoble
 30/11/2006 Association de promotion des musées d'Annecy.
 06-08/12/2006 Stage de formation permanente de restaurateurs (Inp).
 13/12/2006 Groupe de l'Alliance française.

2007

412 visiteurs

02/02/2007 Étudiants du Master 2 Archéologie et Patrimoine, université Jean-Moulin, Lyon.
 02/02/2007 Les Amis du musée de Grenoble.
 05/02/2007 Étudiants de l'INPG, module sûreté et gestion des risques industriels, Grenoble.
 07/03/2007 Membres du réseau GdR 2114 CHIMART 2, les matériaux organiques du patrimoine.
 09/03/2007 M. J.-J. Queyranne, président du conseil régional et une délégation de la région Rhône-Alpes.
 09/03/2007 Étudiants du Master 2 Radioprotection, CEA-INSTN et université Joseph Fourier, Grenoble.
 22/03/2007 Étudiants de l'ENSEEG/INPG, Grenoble.
 27/03/2007 Étudiants en Histoire de l'art, université Pierre-Mendès-France, Grenoble.
 03/05/2007 Conservateurs stagiaires de l'Institut national du patrimoine, Paris.
 12/06/2007 Conservateurs des Antiquités et Objets d'Art.
 14/06/2007 Directeur et adjoint des musées de Chengdu (Chine).
 25-29/06/2007 Participants européens à une formation pour l'Agence internationale de l'énergie atomique.
 26/06/2007 Personnel de la DRAC Rhône-Alpes.
 06/07/2007 Formation Ingénieur sécurité d'installation (CEA-INSTN).
 19/07/2007 Association Patrimoine de Claix (Isère).
 20/07/2007 Restaurateurs de Taiwan.
 28/09/2007 Comité de jumelage Meylan-Didcot (Oxford, Grande-Bretagne).
 12/10/2007 Étudiants de Polytech'Grenoble, université Joseph-Fourier.
 18/10/2007 Prince Jean d'Orléans et une délégation.
 15/11/2007 Les Amis du musée de Grenoble.
 26/11/2007 Étudiants en conservation archéologique de Girona, Catalogne (Espagne).
 04/12/2007 Association des Amis du musée de la Civilisation gallo-romaine, Lyon.

2008

564 visiteurs

10/01/2008 Personnel du DRASSM.
 29/01/2008 Étudiants du Master 2 Radioprotection, CEA-INSTN et université Joseph-Fourier, Grenoble.
 30/01/2008 Invités à la cérémonie du concours CEA-AMF 2007.
 14/02/2008 Accueil des Villes françaises, Meylan-Grésivaudan.
 14/02/2008 Les Amis du musée de Grenoble.
 15/02/2008 Étudiants du Master 2 Archéologie et Patrimoine, université Jean-Moulin, Lyon.
 18/04/2008 Directeur DRAC Rhône-Alpes et ses adjoints.
 22/04/2008 Étudiants en Histoire de l'art, université Pierre-Mendès-France, Grenoble.
 05/05/2008 Conservateurs stagiaires de l'Institut national du patrimoine, Paris.

- 05/06/2008 Association Ordiseniors, laboratoire informatique Multicom de Grenoble.
- 18/06/2008 Personnel des centres CEA.
- 19/06/2008 Personnel DRAC Rhône-Alpes.
- 20/06/2008 Association L'Oeil écoute, Meylan.
- 05/09/2008 Groupe de retraités de Grenoble.
- 20/09/2008 Journées européennes du patrimoine.
- 01/10/2008 Lyceum Club international.
- 03/10/2008 Étudiants de l'INPG/PRISHE (École d'ingénieurs sécurité), Grenoble.
- 21/10/2008 Délégation région Rhône-Alpes.
- 13/11/2008 Les Amis du musée de Grenoble.
- 14/11/2008 Société française d'énergie nucléaire (SFEN).
- 21/11/2008 Groupe d'élèves de 3^e.
- 11/12/2008 Les Amis du muséum d'Histoire naturelle de Grenoble.
- 11/12/2008 Étudiants de Polytech'Grenoble, université Joseph-Fourier.

CONFÉRENCES :

PRÉSENTATION D'ARC-NUCLÉART ET DE SES ACTIVITÉS

Nébia Boumlil

- Saint-Romain-en-Gal (Rhône), musée gallo-romain, dans le cadre de *La Nuit des musées*, 19 mai 2007.

Magdeleine Clermont-Joly

- Loches (Indre-et-Loire), sur invitation de la commune, à l'occasion de la restauration d'une statue de Vierge à l'Enfant (concours CEA-AMF 2004), 21 avril 2006
- Arles (Bouches-du-Rhône), journée de formation des conservateurs de musées de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 18 mai 2006.



Une conférence parmi d'autres...

- Grenoble (Isère), Alpexpo, dans le cadre de *La Passion du bois*, 19-22 avril 2007.
- Nice, musée de Paléontologie humaine de Terra Amata, à l'initiative des Amis du musée, 25 mai 2007.
- Coublevie (Isère), maison familiale rurale, pour deux classes de 3^e, 30 mai 2007.
- Saint-Martin-d'Uriage (Isère), à l'initiative de l'association de Sauvegarde du patrimoine historique, 15 octobre 2007.
- Tullins (Isère), à l'initiative des Amis du Vieux Tullins, 14 novembre 2007.
- Meylan (Isère), à l'initiative de l'association L'Oeil écoute, 22 janvier 2008.
- Tullins (Isère) dans le cadre de *Tullibois*, 23 mai 2008.
- Voiron (Isère) à l'initiative de la maison de Pays de Charavines, 16 octobre 2008.
- Grenoble (Isère), muséum d'Histoire naturelle, pour l'association des Amis du muséum, 19 novembre 2008.

Pierre Vaudaine

- Grenoble (Isère), congrès des Sociétés historiques et scientifiques, 25 avril 2006.
- Lyon (Rhône), musée des Beaux-Arts, 8 mars 2008.
- Bron (Rhône), Rencontres scientifiques, 14 mars 2008.

PRESSE, MÉDIA :

PRÉSENTATION D'ARC-NUCLÉART ET DU LIVRE *SAUVÉ DES EAUX*

Magdeleine Clermont-Joly et Pierre Vaudaine

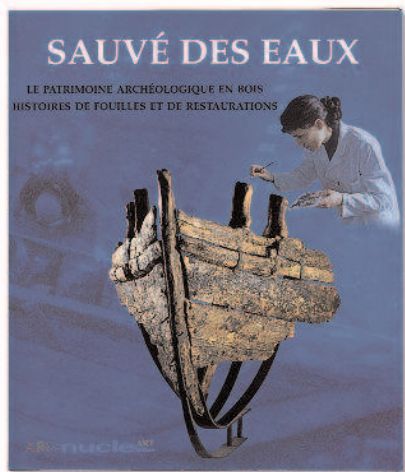
- Journal télévisé de Télé-Grenoble, 25 janvier 2008.
- Radio chrétienne de France-Isère, 18 février 2008.
- FNAC de Grenoble, 24 janvier 2008.
- CEA-Grenoble, 4 juin 2008.
- Article in *Culture et Recherche*, été-automne 2008, n° 116, et sur le site du ministère de la Culture et de la Communication.

EXPOSITIONS SUR ARC-NUCLÉART ET SES ACTIVITÉS

- Grenoble (Isère), Alpexpo, *Sauvé des eaux, sauvé du temps*, dans le cadre du congrès de la CFDT, 12-16 juin 2006.
- L'Alpe-d'Huez (Isère), à l'occasion d'un colloque sur « Les Vestiges miniers », 19 août- 17 septembre 2006.
- Grenoble (Isère), Alpexpo, *Sauvé des eaux, sauvé du temps*, dans le cadre de la *Passion du bois*, 19-22 avril 2007.
- Bron (Rhône), présentation de panneaux aux Rencontres scientifiques, mars 2008.
- Charavines (Isère), présentation de panneaux à l'occasion du forum pour les 20 ans de la maison de Pays, 24 mai 2008.
- Tullins (Isère), présentation de panneaux, dans le cadre de *Tullibois*, 24-25 mai 2008.
- Voiron (Isère), mini-exposition sur ARC-Nucléart à l'office de tourisme, juillet-août 2008.



L'exposition *Sauvé des eaux, sauvé du temps* en 2006.



Pour commander l'ouvrage *Sauvé des eaux*
(25 € + 5 € de frais d'envoi) s'adresser à :

ARC-Nucléart
CEA-Grenoble

17, rue des Martyrs

38054 - Grenoble cedex 9

téléphone : 04 38 78 35 52 - télécopie : 04 38 78 50 89

site Internet : <http://www.arc-nucleart.fr>

On peut également se procurer cet ouvrage dans
les boutiques de la Réunion des musées nationaux
et dans certaines librairies.

Conception graphique, mise en page et suivi de fabrication

Paul Veysseyre (paul.veysseyre@wanadoo.fr)

Crédits photographiques

ARC-Nucléart :

auteurs non spécifiés : p. 13, p. 15 en haut, p. 17 en bas, p. 16 les 2 photos du bas, p. 17 en bas, p. 18 n° 1, 2, 4, 5, 6 et 7, p. 19 au centre, p. 20 au centre et en bas, p. 21 en haut et au centre, p. 22 n° 3, p. 24 en haut, p. 25 en haut, p. 26, p. 27 n° 1, 2, 3, 4 et 5, p. 28 en bas, p. 29, p. 30 en bas, p. 31, p. 32, p. 33 au centre, p. 34 au centre et en bas, p. 35, p. 36 en bas, p. 37, p. 38, p. 39, p. 40, p. 41 au centre, p. 42 haut et bas, p. 43 haut et bas, p. 44 en haut et au centre, p. 45, p. 46, p. 48, p. 50, p. 51, p. 52 en haut et au centre, p. 53 au centre, p. 54 au centre et en bas, p. 55 en haut, p. 56, p. 59 en haut, p. 60 en bas, p. 61 en bas, p. 63 en bas, p. 64, p. 65, p. 68 en bas, p. 69, p. 70, p. 71 haut et bas, p. 73, p. 74, p. 75 en haut, p. 77 n° 1 et 3, p. 78 au centre et en bas, p. 79 en haut, p. 82 au centre et en bas, p. 83, p. 87 au centre et en bas, p. 90 en bas, p. 91 haut et centre, p. 95 haut, p. 96 n° 1, p. 98, p. 100 n° 3 et 4, p. 109, p. 118, p. 119 ;

Jean-François Lucas : p. 16 en haut, p. 22 en bas, p. 25 en bas, p. 51 en bas, p. 52 en haut ;

Christophe Terpent : 4^e de couverture, p. 2 les 2 photos, p. 8, p. 11 en haut, p. 15 en bas, p. 17 en haut, p. 18 n° 3, p. 19 en haut et en bas, p. 20 les deux photos du haut, p. 21 en bas, p. 22 les deux photos du haut, p. 23 en haut, p. 24 en bas, p. 27 n° 6, p. 28 en haut, p. 30 en haut, p. 33 en haut, p. 34 en haut, p. 41 en haut, p. 42 les deux photos au centre, p. 43 en haut, p. 44 en bas, p. 47 en haut et en bas, p. 49 en haut et au centre, p. 52 en bas, p. 53 en bas, p. 55 en bas, p. 60 en haut, p. 61 en haut, p. 62 en haut, p. 63 en haut et au centre, p. 66, p. 67, p. 68 en haut et au centre, p. 71 au centre, p. 75 en bas, p. 76 les 3 photos, p. 77 n° 2 et 4, p. 80, p. 81 n° 2, p. 82 en haut, p. 84, p. 86, p. 87 en haut, p. 88, p. 89, p. 90 en haut, p. 92, p. 93, p. 94 en haut et en bas, p. 95 en bas, p. 96 n° 3 et 4, p. 97, p. 100 n° 1, p. 101, p. 103, p. 104, p. 115, p. 116.

Autres contributeurs :

Patrick Avavian : 1^{ère} de couverture, p. 7, p. 9, p. 11 en bas, p. 18 n° 1 et 2, p. 23 au centre et en bas, p. 25 au centre, p. 28 au centre, p. 33 en bas, p. 41 en haut et en bas, p. 53 en haut, p. 54 en haut, p. 59 les deux photos du bas, p. 62 les deux photos du bas, p. 72, p. 79 en bas, p. 80 en haut, p. 91 en bas, p. 94 au centre, p. 96 n° 2, p. 100 n° 2 ;

Centre archéologique du Var : p. 49 en bas ; Philippe Groscaux et Loïc Damelet (centre Camille-Jullian) : p. 36 en haut ; Étienne Champelovier (DRASSM-Anecy) : p. 26 (2^e photo à partir du haut) ; Véronique Langlet (CRÉAM) : p. 78 en haut ; musée national d'Art moderne : p. 81 n° 3 ; Marie Olivier : p. 107 ; Frédéric Osada (Images Explorations) : p. 43 au centre ; Michel Philippe, musée Quentovic à Étaples (Pas-de-Calais) : p. 48 en bas ; service régional d'archéologie de Corse : p. 47 au centre.

© ARC-Nucléart et les auteurs

Achévé d'imprimer en décembre 2009 sur les presses de l'imprimerie Dugas-IPC à Villeurbanne.

