

ARC-Nucléart

Rapport d'activité 2005

ATELIER
RÉGIONAL DE
CONSERVATION

nuclé ART

ARC-Nucléart

Rapport d'activité 2005

SOMMAIRE

Avant-propos	3
L'équipe	5
Les installations et les équipements	6
Les missions d'ARC-Nucléart	8
CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE	9
Collections archéologiques	10
Collections en cours ou terminés	11
Collections en attente	42
Objets en bois sec et matériaux divers	44
Concours pour la sauvegarde des biens culturels des communes de France	48
RECHERCHE ET VALORISATION	57
Recherches pour la conservation du patrimoine	58
Recherches pour des applications industrielles	63
Valorisation industrielle	64
FORMATION ET ENSEIGNEMENT	65
INFORMATION ET COMMUNICATION	69

ATELIER RÉGIONAL DE CONSERVATION NUCLÉART
CEA GRENOBLE

17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble cédex 9
téléphone : 04 38 78 35 52 - télécopie : 04 38 78 50 89
serveur Internet : <http://www.arc-nucleart.fr>

Couvertures :

1. Une pirogue dans la serre de séchage contrôlé. Photo : Paul Veysseyre.
4. Un détail du bois de la pirogue de Sainte-Anne-sur-Brivet. Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

Objets provenant des épaves de La Natière.

Depuis sa création, le GIPC ARC-Nucléart a fait la démonstration d'un savoir faire exemplaire pour assurer la conservation et la restauration d'objets culturels historiques et archéologiques qui, par leur composition en matériaux d'origine organique, ne peuvent être conservés en l'état. Aujourd'hui, des centaines d'objets en bois, en cuir ou en cordage sont passés par les installations grenobloises du GIPC pour être mis à la disposition du public des musées ou des chercheurs.

Ce savoir faire, parmi les tous premiers en Europe, trouve sa source dans la compétence et l'expérience des équipes d'ARC-Nucléart et dans la maîtrise de technologies de plus en plus pointues sur lesquelles le GIPC poursuit un travail important de recherche.

Je suis donc très fière de vous présenter ce rapport d'activité 2005 qui vous donnera l'occasion de découvrir ou d'approfondir le travail de passionnés conduit par l'équipe d'ARC- Nucléart ; qu'il soit aussi l'occasion de saluer l'action de Jacques Duchêne, directeur du GIPC de 1998 à 2005, et celle de Pierre Vaudaine qui lui succède désormais.

Je tiens enfin à remercier les partenaires du GIPC qui, par leur engagement sur la durée, lui ont permis d'occuper cette place privilégiée.

Il s'agit maintenant de poursuivre et développer ce travail, tant au niveau régional qu'au delà. Les applications sont multiples, les besoins nombreux. Notre souhait est d'être à ce rendez-vous.

En attendant, je vous souhaite une bonne lecture.

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

AVANT-PROPOS

UNE ACTIVITÉ DE CONSERVATION EN ARCHÉOLOGIE NAVALE TRÈS SOUTENUE

L'année 2005 a été caractérisée par de nombreux mouvements d'embarcations :

- la pirogue monoxyle carolingienne de Noyen, la plus longue traitée par ARC-Nucléart (14 mètres), a quitté nos locaux en début d'année pour le musée de la Préhistoire à Nemours où elle est maintenant présentée au public ;
- un tronçon de coque de l'épave romaine de la Baie de l'Amitié a regagné le musée de l'Éphèbe à Agde ;
- les éléments de l'épave grecque JV 7 de Marseille ont, eux aussi, retrouvé la cité phocéenne après plusieurs années de soins intensifs à Grenoble ;
- une petite pirogue du XII^e siècle, de Sainte-Anne-sur-Brivet, est sur le point de partir pour le musée du Château des Ducs de Bretagne à Nantes après traitement et restauration ;
- les deux pirogues monoxyles de Sanguinet poursuivent leur traitement, elles ont été déplacées de leur bassin d'imprégnation vers la serre de séchage contrôlé ;
- la barque du XVIII^e siècle de Lyon Saint-Georges, dite "couzonnaire", entièrement démontée, a suivi le même chemin ;
- les six embarcations de Lyon Saint-Georges – deux pirogues médiévales et quatre barques viviers du XVI^e siècle – ont rejoint en fin d'année le grand bassin de traitement de consolidation ;
- une nouvelle pirogue monoxyle, très élégante, en provenance de Drefféac (Loire-Atlantique), a été réceptionnée et aussitôt mise en traitement ; tout comme une grande pirogue monoxyle, d'époque carolingienne, en provenance de Gueugnon ;
- une figure de proue de la goélette de pêche *Martha* nous a été confiée pour restauration par le musée portuaire de Dunkerque ;
- les cinq fragments de barques antiques de Toulon sortent les uns après les autres de leur phase de consolidation pour être séchés par lyophilisation ;
- quant aux trois barques gallo-romaines de Lyon Saint-Georges, elles sont stockées en eau dans l'attente de leur venue à Grenoble pour les traitements. Une plongée de contrôle a confirmé leur bon état de conservation ;
- enfin, les pirogues gallo-romaine et médiévale provenant des fouilles de Charavines attendent leur restauration.

Au total, fin 2005, vingt et une embarcations étaient présentes dans nos locaux à différents stades de traitement, de même que de nombreuses pièces provenant d'épaves découvertes à Arles, Hyères, Le Havre et Villefranche-sur-Mer.

Par ailleurs, un très gros travail de restauration a été effectué cette année sur une collection très riche en pièces d'accastillage et objets de la vie à bord des bateaux. Ces objets sont issus des fouilles des épaves corsaires de La Natière coulées au large de Saint-Malo au XVIII^e siècle.

Nous avons enfin eu la grande satisfaction de voir exposés, parmi une collection de 550 pièces majeures issues de plus de 40 épaves, de nombreux objets en bois, cuir et cordages consolidés et restaurés par nos soins, dont ceux de La Natière, de Saint-Vaast-la-Hougue ou du Havre, dans la remarquable exposition *La Mer pour mémoire* réalisée par le DRASSM et l'association Buhez (musées et écomusées de Bretagne) et consacrée à l'archéologie sous-marine des épaves atlantiques. Cette exposition, inaugurée à Douarnenez en juin 2005, va être présentée dans plusieurs villes de l'ouest de la France jusqu'en 2009.

UNE ACTIVITÉ DE RESTAURATION DES SCULPTURES POLYCHROMES EN CROISSANCE

La fin de cette année 2005 a vu le décollage de l'activité bois sec et sculptures polychromes au-delà des restaurations liées au concours "Sauvez le patrimoine de votre commune". La quatrième édition de ce concours organisé par le CEA et ARC-Nucléart en partenariat avec l'association des Maires de France va permettre de sauvegarder trois objets du patrimoine religieux et une roue hydraulique à augets.

L'activité bois sec met en œuvre les moyens et compétences de l'atelier dans le domaine de l'utilisation des rayonnements gamma d'une part pour la désinsectisation et la désinfection des objets, et d'autre part pour les opérations de consolidation par le procédé "Nucléart" qui permet le sauvetage des œuvres très dégradées.

ARRIVÉES ET DÉPARTS

Jacques Duchêne, directeur du GIPC depuis 1998, nous a quitté pour une retraite active. Qu'il soit remercié pour son action à la tête d'ARC-Nucléart.

Départ en retraite également pour Alain Ronseaux, adjoint administratif et financier depuis 2001, remplacé par Christian Chabuel venant du CEA-Grenoble. Bonne retraite à Alain Ronseaux et bienvenue à Christian Chabuel.

PERSPECTIVES 2006

L'année 2006 sera une année de transition avec une activité soutenue de conservation-restauration des collections archéologiques et une activité bois sec en pleine croissance. Mais, elle sera surtout marquée par l'établissement d'un projet scientifique et culturel qui devrait influencer fortement l'activité des années suivantes.

Dans le domaine de la communication, une exposition itinérante présentant les savoir-faire d'ARC-Nucléart, acquis en près de 40 ans d'activité, est en cours de montage ; en complément de cette exposition, un ouvrage est en cours d'écriture en collaboration avec l'association ProNucléart. Ce livre, destiné à un large public, évoquera la contribution d'ARC-Nucléart à la sauvegarde du patrimoine subaquatique et sous-marin. L'ouvrage fera appel à de nombreuses contributions d'archéologues et sera un regard croisé sur l'archéologie et la conservation-restauration de vestiges remarquables ayant fait l'objet d'interventions significatives de la part d'ARC-Nucléart. L'objectif est d'inaugurer l'exposition et présenter le livre début 2007.

Pierre Vaudaine
Directeur

L'ÉQUIPE



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

L'équipe ARC-Nucléart réunie* dans l'ancien hôtel de ville de Grenoble sur un parquet marquetté du XVIII^e siècle consolidé par l'Atelier.

Fin 2005, l'équipe ARC-Nucléart, sous la direction de Pierre VAUDAINÉ (p), mis à disposition par le CEA, était constituée de :

Christophe ALBINO (d), technicien supérieur chimiste, mis à disposition par le CEA
Henri BERNARD-MAUGIRON (l), restaurateur diplômé de la MST, salarié du GIPC
Djamel BOUANIKA (o), technicien mécanicien, mis à disposition par la Ville de Grenoble
Didier BOUIX (r), technicien supérieur en mesures physiques, mis à disposition par le CEA
Nébia BOUMLIL (a), restauratrice diplômée de la MST, salariée du GIPC
Loïc CAILLAT (e), assistant-ingénieur micro-biologiste, mis à disposition par le ministère de la Culture et de la Communication
Christian CHABUEL (q), adjoint administratif et financier, mis à disposition par le CEA
Sophie CHAMPDAVOINE (c), restauratrice diplômée de l'École de Tours, salariée du GIPC
Gilles CHAUMAT (j), adjoint scientifique et technique, coordonnateur des programmes de recherche, mis à disposition par le CEA
Magdeleine CLERMONT-JOLY (f), directeur scientifique culturel, conservateur en chef du Patrimoine, mise à disposition par le ministère de la Culture et de la Communication
Laurent CORTELLA (n), ingénieur en physique nucléaire, chef d'installation, mis à disposition par le CEA
Xavier HIRON (t), restaurateur diplômé de la MST, salarié du GIPC
Jean-François LUCAS (u), photographe, mis à disposition par la Ville de Grenoble
Alain RONSEAUX (s), adjoint administratif et financier, mis à disposition par le CEA, (retraité)
Jocelyne TAMMONE (h), assistante de direction, mise à disposition par le CEA
Quoc Khoï TRAN (i), ingénieur chimiste, animateur sécurité, mis à disposition par le CEA

Pour réaliser certains travaux complémentaires ARC-Nucléart a fait appel en 2005 à des collaborateurs extérieurs, parmi lesquels Stéphane GARRIVIER, Laurent GUILBERT (m), Marie HÉRAN (k), Alessandro INGOGLIA, Christine JUY, Florence LELONG et Claire STOLL (b).

* en présence de Ghislaine SERRE (g), chargée du Patrimoine à la direction des Affaires culturelles de la Ville de Grenoble.

LES INSTALLATIONS ET LES ÉQUIPEMENTS

INSTALLATION D'IRRADIATION

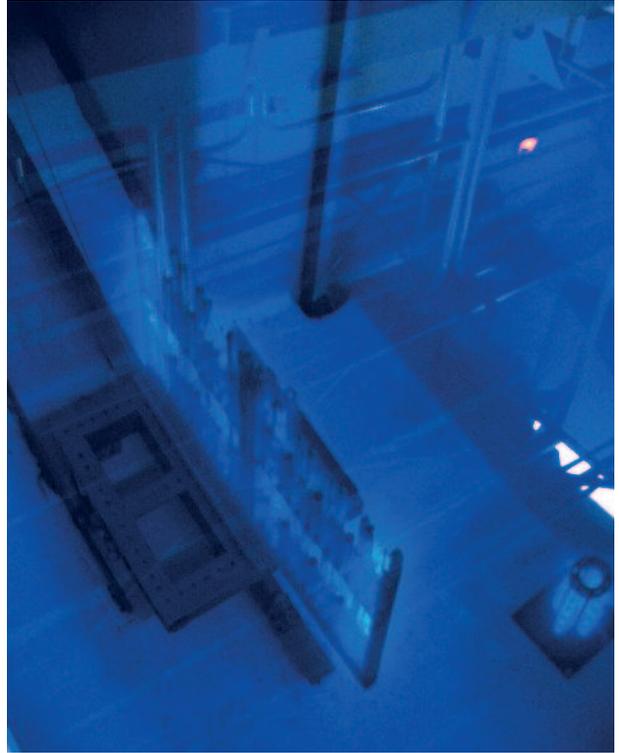
L'année 2005 en quelques chiffres :

- 3 650 h d'irradiation en cellule,
- plus de 350 mouvements aller et retour des sources entre la piscine et la cellule,
- taux d'occupation de la cellule de 63% (utilisation de la cellule en jours ouvrables / jours ouvrables totaux),
- 180 irradiations en piscine.

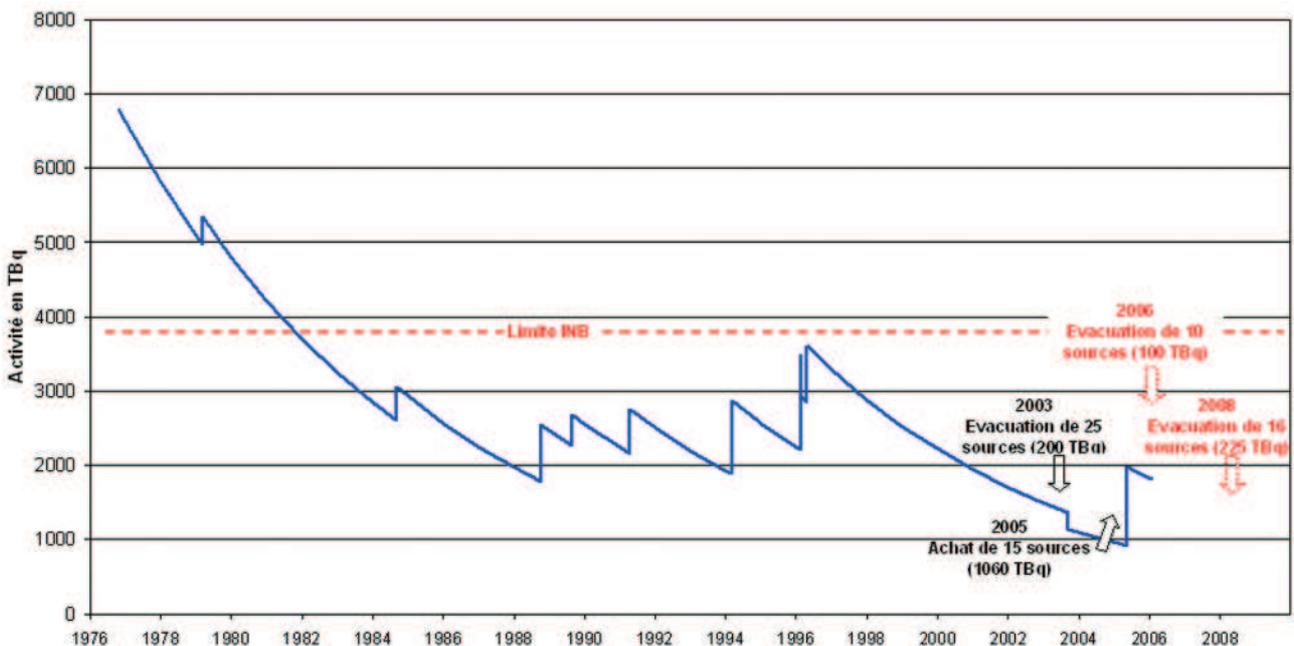
Rechargement par des sources neuves

Le 19 mai 2005, nous avons reçu 15 sources neuves de type C 188 achetées à MDS Nordion (Canada), représentant un total de 1066 térabecquerels (30000 curies), doublant ainsi les capacités d'irradiation de l'installation. Grâce à cet apport, l'installation compte début 2006 environ 1800 TBq (elle en a compté près de 2000 TBq juste après le rechargement).

Le dernier achat de sources remontait à 1994, avec l'achat de 4 sources (pour un total de 1000 TBq) et le dernier rechargement datait de 1996 avec la récupération de sources anciennes en provenance d'une installation du CEA à Cadarache. À cette dernière date, l'installation totalisait plus de 2900 TBq. La décroissance du cobalt 60 (période de 5 ans) et l'évacuation de 25 sources anciennes en 2003 avait lentement porté l'activité totale vers des niveaux toujours plus faibles, jusqu'à atteindre à peine plus de 900 TBq avant le rechargement en mai 2005.



Effet Çerenkov autour du panneau porte-sources et d'un dispositif d'irradiation en piscine après le rechargement avec les sources neuves.



Historique de l'activité en cobalt 60 de l'irradiateur du bâtiment R.

Cet apport devrait nous permettre de reprendre les activités d'irradiations en piscine pratiquement abandonnées ces dernières années en raison du niveau résiduel d'irradiation devenu trop bas, tout en recomposant à la hausse le panneau porte-sources pour les irradiations en cellule. Avec la réfection des armoires électriques de commande de l'irradiateur réalisée en septembre 2005, cette action vient compléter l'effort entrepris depuis quelques années de remise à niveau de cette installation vieille de plus de 40 ans.

Il faut noter que l'effort consenti en 2005 pour l'achat de sources neuves devra être reconduit dès 2007-2008 pour compenser la décroissance et l'évacuation de sources anciennes.

INSTALLATIONS DE CLIMATISATION

Parmi les opérations de maintenance et d'amélioration de la climatisation, on notera que la sonde de pilotage de la climatisation des ateliers de restauration coté nord a été déplacée et remplacée par une sonde de meilleure précision et que le programme de remplacement des humidificateurs obsolètes a été suivi normalement. Malgré ces actions, l'année 2005 a été marquée par une série de petits incidents de climatisation sans conséquences. Au cours de l'année 2006, il sera certainement nécessaire de remplacer l'automate de régulation de ces climatisations pour compléter les investissements entrepris ces dernières années pour améliorer la fiabilité du système de climatisation.

UN NOUVEAU LYOPHILISATEUR

Un nouvel équipement de lyophilisation est en cours d'approvisionnement. Financé grâce à la DRAC Rhône-Alpes, la région Rhône-Alpes et le CEA, ce nouvel équipement va venir épauler l'équipement actuel vieillissant qui avait déjà subi une extension pour la lyophilisation de pièces longues de type pirogue.

Spécialement conçu pour nos applications, ce nouvel outil permettra d'augmenter les capacités de stockage de l'atelier et facilitera les opérations de nettoyage. Ses caractéristiques dimensionnelles (1,4 m de diamètre et 3,8 m de long) et ses spécifications techniques, en terme de congélation et de maîtrise du vide, offriront plus de souplesse dans la gestion des traitements. En outre, ses performances techniques permettront d'optimiser les cycles de séchage. Son arrivée est prévue pour le mois de mai 2006.

MODIFICATIONS SUR L'INSTALLATION DE BRUMISATION DU BÂTIMENT Z 118

Des travaux ont été réalisés entre deux cycles de traitement (période juin-décembre 2005) sur l'installation de brumisation du bâtiment Z 118. Celle-ci permet de traiter les vestiges de grandes dimensions dans un bassin de 6x12 m en réalisant des imprégnations du bois archéologique avec une résine de polyéthylène glycol 4000 sous forme d'un brouillard. Les modifications ont consisté à doubler le circuit de brumisation (deux buses, deux pompes) afin d'augmenter la concentration de brouillard dans le bassin pendant toute la durée du traitement. L'existence de deux circuits indépendants permet aussi d'améliorer la fiabilité du dispositif par une utilisation simultanée ou individuelle des deux brumisateurs : en cas de panne éventuelle d'un des deux circuits, le deuxième peut continuer à produire du brouillard et éviter ainsi l'arrêt du traitement.

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

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

Interventions sur sites archéologiques, extraction et conservation des vestiges du patrimoine subaquatique et de l'archéologie navale

Restauration et consolidation de sculptures en bois polychromes et de biens culturels en bois

Conservation-restauration du patrimoine industriel et artisanal

Désinfection et désinsectisation d'objets mobiliers, de sculptures et de collections ethnologiques

Consolidation de parquets historiques

Conception et réalisation d'emballages spécifiques et de supports muséographiques

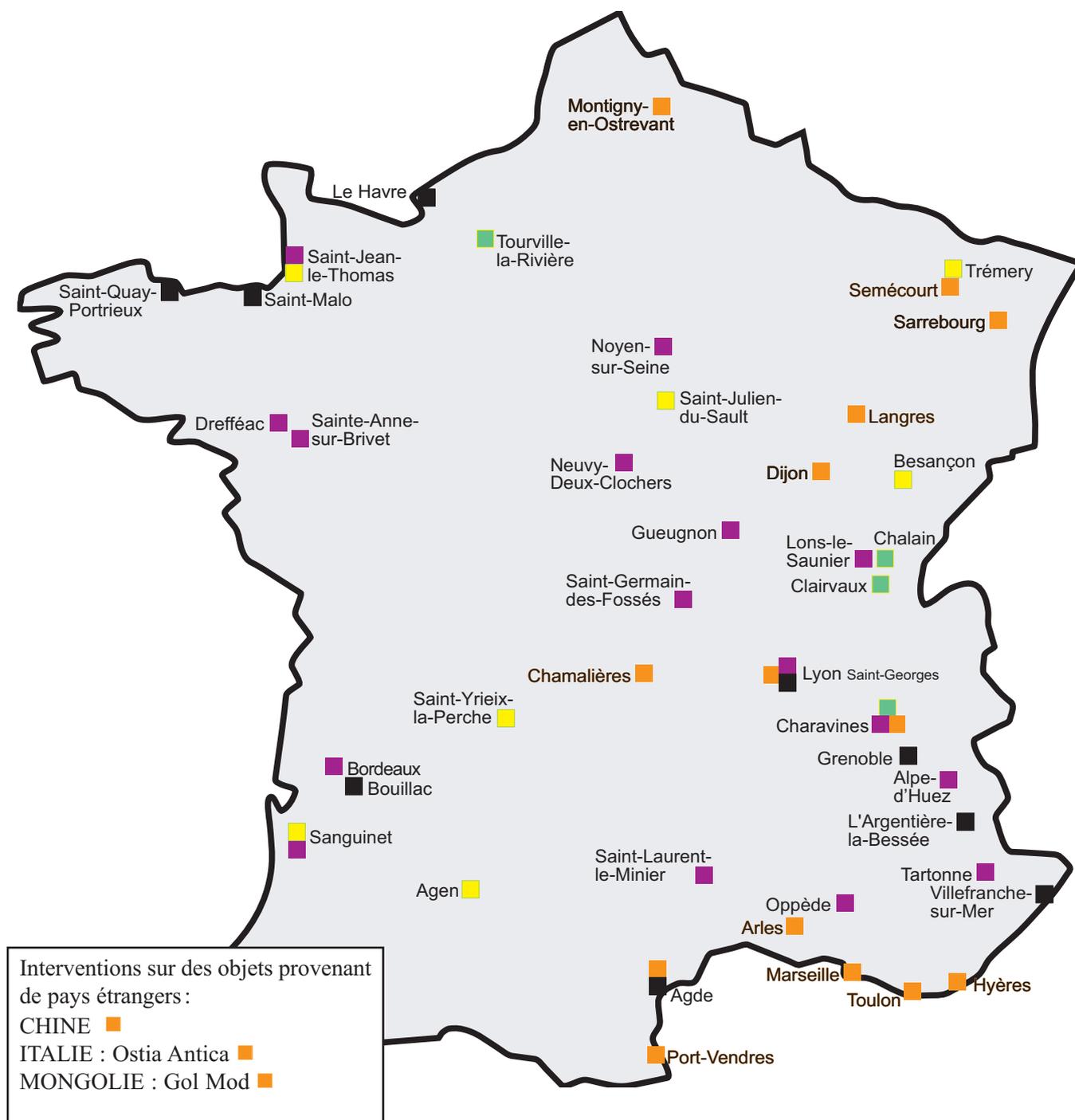
CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

La petite pirogue médiévale de Sainte-Anne-sur-Brivet en cours de retouche finale par Clotilde Proust, stagiaire MST.

COLLECTIONS ARCHÉOLOGIQUES



Les collections traitées par ARC-Nucléart en 2005.

COLLECTIONS EN COURS OU TERMINÉES

(classées par ordre alphabétique des noms de communes)

AGDE (Hérault)

Fusils

XVII^e siècle

Interlocuteurs : Odile Bérard-Azzouz, musée de l'Éphèbe, Agde ;

Marie-Pierre Jézégou, DRASSM

Collaboration : ARC'Antique

Suite au traitement par la méthode "Nucléart" (résine styrène polyester polymérisée sous rayonnement gamma) et à la restauration d'un premier lot de 17 fusils courts et mousquets, il a été procédé, durant l'année 2005, au traitement des 11 derniers fusils de la collection.

La restauration a, ensuite, consisté en l'élimination, au burin, des dernières traces de concrétions métalliques et en une mise en valeur de la surface d'origine par micro-sablage. Au final, une couche de protection du métal et du bois a été uniformément appliquée : dans le cas présent, c'est la cire micro-cristalline qui a été sélectionnée, pour sa capacité à faire ressortir les teintes des deux matériaux associés et pour sa propriété isolante vis-à-vis de l'humidité de l'air. À l'issue de ce travail, les fusils ont été restitués au laboratoire ARC'Antique à Nantes pour remise en place des mécanismes de mise à feu qui avaient été déposés lors du dégagement des concrétions.



2 des fusils après restauration.

AGDE (Hérault) Baie de l'Amitié

Fragments d'épave antique

I^{er} siècle

Interlocuteurs : Odile Bérard-Azzouz, musée de l'Éphèbe, Agde ;

Marie-Pierre Jézégou, DRASSM

Au large d'Agde, l'épave antique de la baie de l'Amitié a fait l'objet, en 2002, d'une dernière campagne de fouille portant sur l'étude de l'architecture navale. L'état de conservation du fond de carène et des détails de l'assemblage par ligatures a mené les archéologues du DRASSM à prélever une section transversale de la partie centrale de la coque.

Le musée de l'Éphèbe au Cap d'Agde, à qui ce vestige a été dévolu, a confié à ARC-Nucléart le soin de le stabiliser. Après une imprégnation du bois à l'aide d'une résine de polyéthylène glycol 4000, le séchage final a été obtenu par lyophilisation. Un nettoyage complet du vestige a précédé un conditionnement compatible avec le transport retour et un stockage provisoire.

L'objet a été restitué au musée en octobre 2005



Fond de carène après restauration.



Nébia Boumlil effectue un collage préventif sur un élément de chaussure en cuir.

ALPE-D'HUEZ (Isère) Brandes

Vestiges d'installations minières, objets divers et cuirs
Époque médiévale

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

Deux pièces majeures du site minier de Brandes-en-Oisans sont actuellement à l'atelier pour une évaluation de la faisabilité d'un support de présentation. Une moitié d'échelle de mines devrait être mise sur un support en métal forgé, à l'identique de celui de la première moitié réalisé précédemment. Pour ce qui est de la porte de couloir d'une galerie de mine, la mise en connexion de ses éléments s'avère plus complexe que prévu. La solution technique à retenir est toujours en cours d'étude.

Un ensemble de fragments d'objets humides, secs ou semi-secs provenant des fouilles de Brandes (un affiquet en os, un fragment de laine, de nombreux fragments d'objets en cuir dont un fragment de ceinture à affiquets de bronze et un fragment de lanière rivetée) ont été traités, restaurés et conditionnés.



Infiltration de résine consolidante dans les fissures d'un affiquet en os provenant de la mine de Brandes.

L'ARGENTIÈRE-LA-BESSÉE (Hautes-Alpes)

Vestiges miniers du vallon du Fournel

Moyen Âge et XIX^e siècle

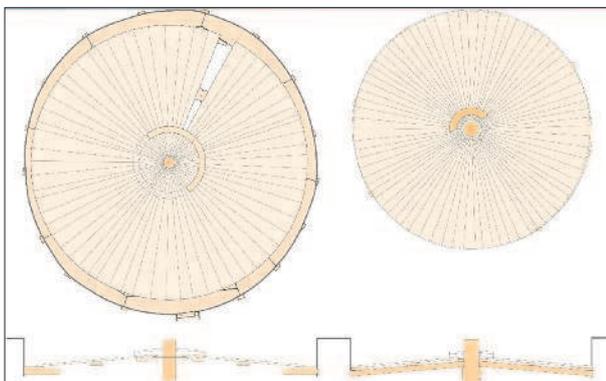
Interlocuteurs : Ian Cowburn, Bruno Ancel, service culturel de L'Argentière-la-Bessée

L'étude préalable à l'établissement d'un programme de conservation des vestiges des installations de l'ancienne mine d'argent du Fournel, commandée à ARC-Nucléart par la commune dans le cadre du projet de sauvegarde et de valorisation de son patrimoine historique, a été menée à bien et rendue début 2005.

Les traitements de conservation des vestiges prélevés sur le site, fin 2003, par ARC-Nucléart et les archéologues, ont, quant à eux, été poursuivis durant toute l'année.

La méthode "Nucléart" a été retenue pour la consolidation des deux *round-buddles*, tables de séparation du minerai datant de la fin du XIX^e siècle, en vue de leur possible présentation dans des conditions rigoureuses de climat. Pour les éléments massifs des sub-structures de calage de ces *round-buddles*, d'abord asséchés par lyophilisation, une simple consolidation du bois sec par imprégnation de résine styrène polyester radio-polymérisée a été nécessaire.

Pour les éléments de plancher, de forme triangulaire longue et étroite, plus fins que ceux des structures et donc plus sensibles à la déformation durant le séchage, il a été décidé de mettre en œuvre la méthode "Nucléart" pour bois humides. Celle-ci consiste, d'abord, en une phase



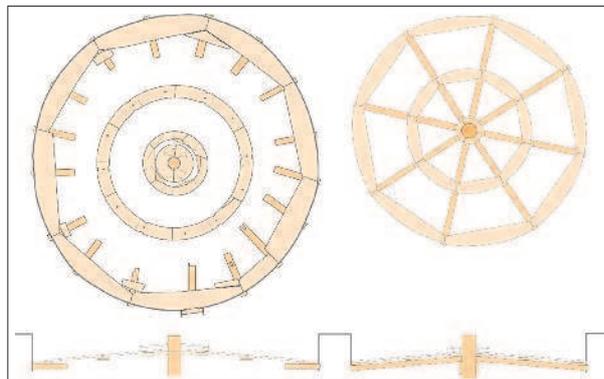
Relevé en plan et en coupe des planchers de deux *round-buddles* de L'Argentière-la-Bessée.

Dessins de Bruno Ancel, archéologue, service culturel de L'Argentière-la-Bessée.

d'échange eau-acétone pour permettre ensuite l'imprégnation du bois par la résine styrène polyester, suivie de la polymérisation sous rayonnement gamma, ce qui nécessite des temps d'imprégnation beaucoup plus longs. Le traitement des 195 pièces des deux planchers est encore en cours.

Les deux "échelles" de mine médiévales (*Kletterbaum*), très dégradées, ont pour leur part subi avec succès un traitement d'imprégnation de polyéthylène glycol et une lyophilisation. Leur surface reste cependant particulièrement fragile, et une consolidation complémentaire en règle semble devoir s'imposer, avec, si possible, un refixage des parties soulevées. Ces travaux délicats ont, pour l'instant, été différés.

Les éléments du châssis à toile ont été séchés lentement et attendent, désormais, comme les deux *Kletterbaum*, que soit entreprise une campagne de restauration adaptée.



Relevé en plan et en coupe des structures sous-jacentes de deux *round-buddles* de L'Argentière-la-Bessée. Dessins de Bruno Ancel, archéologue, service culturel de L'Argentière-la-Bessée.

ARLES (Bouches-du-Rhône)

Pièces de batellerie et objets de la vie quotidienne

Époque gallo-romaine

Interlocuteurs : Alain Charron, musée de l'Arles et de la Provence antiques ; Luc Long, DRASSM

En septembre 2004, suite à leur découverte dans le Rhône par une équipe du DRASSM, deux lots distincts d'objets ont été confiés à l'atelier. Le premier est un lot de pièces de batellerie de taille conséquente (une verge d'ancre de 4,84 mètres, une ancre presque complète de 2,50 mètres et une pelle de gouverne de 8,10 mètres, en deux parties) ; le second rassemble des petits objets de la vie quotidienne (une tablette d'écriture, un anneau en bois, des fragments de bol et trois bouchons d'amphores, dont deux encore en situation dans leur col de céramique. La mise en traitement de toutes ces pièces a eu lieu dans le courant de l'année 2005.

Pour l'ancre la plus complète, qui associe au bois plusieurs parties massives en plomb, le choix s'est porté sur le traitement "Nucléart", qui assure une plus grande stabilité des éléments métalliques. Pour les deux autres pièces massives, il a été entrepris plus récemment un traitement au polyéthylène glycol par saturation. Ce mode d'imprégnation impose obligatoirement une phase de séchage contrôlé. Le traitement de longue durée devrait se terminer courant 2008.

Les quelques objets de taille plus modeste ont reçu un traitement plus classique par imprégnation de polyéthylène glycol suivi d'une lyophilisation. Ils sont désormais en attente de restauration.



Pièces de batellerie dans leur bassin de traitement.

BESANÇON (Doubs)

Sépulture

Époque gauloise

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

Le prélèvement d'une sépulture gauloise sur le chantier des Remparts Dérasés, à Besançon, en février 2002, a permis la sauvegarde d'un vestige particulièrement important, car riche d'informations sur certains modes d'inhumation de l'époque gauloise.

Après avoir été légèrement imprégnée de polyéthylène glycol puis lyophilisée, la pièce avait subi, en 2004, des travaux de plusieurs ordres : renforcement de la structure de prélèvement et mise en place d'un décor en résine époxy teintée pour la restitution du bord de fosse, notamment.

Durant l'année 2005, après une période d'immobilisation des travaux qui a permis la mise au point du projet de présentation muséographique, les opérations de restauration ont pu être achevées. Il s'agissait de terminer la consolidation structurelle des fentes et des fissures du sédiment, dans le but de permettre, dans un deuxième temps, le refixage et la consolidation, en situation, des os du squelette et des lamelles de bois qui le recouvrent.

La restitution au musée de Besançon est prévue au début de l'année 2006. Ce vestige intégrera, en tant que pièce maîtresse, une exposition sur les découvertes archéologiques récentes de la ville de Besançon, exposition qui préfigurera la nouvelle présentation du parcours archéologique permanent.



Mise en place des éléments du pressoir de Bordeaux dans la cuve de traitement.

BORDEAUX (Gironde) Place Jean-Jaurès

Éléments de pressoir

XIV^e siècle

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

Le SRA Aquitaine a passé commande à ARC-Nucléart du traitement de conservation de l'unique exemple de pressoir médiéval conservé dans le Bordelais. Ce pressoir se compose de six éléments de grande envergure, de près de 3,5 m de long, et présente la particularité d'être le premier représentant d'un modèle technologique nommé "double casse-cou". À ce jour, le traitement par imprégnation de polyéthylène glycol 4000 à saturation des trois premiers montants a commencé.



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

La sépulture gauloise de Besançon après l'installation du décor restituant le bord de la fosse.



Aiguille en os restaurée.

Lac de CHALAIN (Jura)

Objets de la vie domestique

Époque néolithique

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

L'ensemble de la collection est, à ce jour, traité et restauré. Un inventaire général et des conditionnements sont prévus en 2006, en vue de la restitution future de la collection.

CHAMALIÈRES (Puy-de-Dôme) Source des Roches

Ex-voto gallo-romains

Interlocuteur : Chantal Lamesch, musée Bargoin, Clermont-Ferrand

Les 169 derniers ex-voto traités, restaurés et conditionnés en 2004, sont stockés dans les réserves d'ARC-Nucléart dans l'attente qu'une solution d'accueil au musée Bargoin soit trouvée.

En effet, un constat d'état réalisé au musée par des spécialistes de la conservation préventive et auquel nous avons participé en tant que conseiller technique, a montré l'urgence de la réalisation d'un plan de prévention pour l'ensemble de la collection qui souffre au contact d'un système de climatisation ancien. Une étude de conservation préventive, devant prendre en compte un déménagement des vitrines et une nouvelle présentation muséographique, est en cours.

CHARAVINES (Isère) Colletière

XI^e siècle

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

Pirogue

En 2005, il n'y a pas eu d'évolution notable des travaux de conservation de la pirogue médiévale de Charavines-Colletière, les traitements d'imprégnation et de séchage ayant été réalisés au cours de l'année 2004. L'objectif reste d'opérer, sans doute en 2007, la restauration complète de cette pièce, avec mise sur support muséographique, en vue de sa présentation au futur parc-musée de Montferrat, sur les rives du lac de Paladru, prévue en 2008.

Objets de la vie quotidienne en bois

Cette collection présente un caractère emblématique pour l'atelier puisque, à ce jour, 3453 objets ou fragments d'objets en bois provenant de ce site ont été conservés en



a



b



c



d



e

Quelques objets des collections de Charavines-Colletière dans leurs conditionnements de transport individualisés pour l'exposition *La France romane* au musée du Louvre :
 a. Hache et fer de lance ; b. Plat en bois ; c. Objets quotidiens ; d. Pot en céramique ; e. Objets en fer.

plus de trente années de fouilles. En ce qui concerne le volume des activités de conservation et de restauration, un léger déclin est cependant enregistré sur les deux années qui viennent de s'écouler. Ce fait s'explique par des campagnes de fouilles plus ciblées qui produisent globalement moins de matériel à conserver (46 numéros d'inventaire seulement ont été enregistrés à la livraison de la série 2005). Cette tendance va d'ailleurs s'affirmer puisque l'équipe de recherche archéologique va, à terme, concentrer progressivement ses efforts sur la publication générale des fouilles. L'activité d'ARC-Nucléart en 2005 se résume donc ainsi :

- réception dans les chambres froides de l'atelier de 46 pièces en bois gorgés d'eau ; elles constituent la série 2005 de Charavines-Colletière qui sera traitée ultérieurement ;
- mise en traitement "Nucléart", en avril 2005, de 165 pièces des séries 2003 et 2004 ;
- restitution de 193 pièces restaurées au musée Dauphinois ; il ne restait plus à l'atelier, à la fin de l'année 2005, de pièces en attente de restauration.

Parallèlement à ces travaux, il a été entrepris, à la demande du musée Dauphinois, une expertise des réserves, et plus particulièrement des modes de rangement et de conditionnement des pièces de cette collection. En conclusion de cette étude, il est envisagé, par les partenaires qui gèrent matériellement et scientifiquement cette collection, d'harmoniser les structures de stockage, de rationaliser les conditionnements, de mettre à jour les différents classements croisés existants et d'opérer les regroupements nécessaires à la bonne gestion de cette masse importante d'informations matérielles.

Reprises de restauration et conditionnements

Pour l'exposition *La France romane* qui s'est tenue au Louvre à partir du mois de février 2005, ARC-Nucléart a procédé à des remises à niveau de restaurations de 44 pièces anciennement traitées provenant du site de Charavines-Colletière, datant de l'an mil. Il a ensuite réalisé des conditionnements de transport individualisés, à savoir des caisses en bois comportant un capitonnage en mousse polyéthylène découpée à la forme des objets.

Objets en cuir

Les travaux de traitement, de restauration et de conditionnement des lots de cuirs gorgés d'eau découverts en 2002 et 2003 sont achevés. Les lots sont en attente de restitution.

CHARAVINES (Isère) Les Baigneurs

Époques néolithique et gallo-romaine

Interlocuteurs : Aimé Bocquet, Françoise Vin, CDPA ;
Jean-Pascal Jospin, conservation du Patrimoine de l'Isère

Pirogue gallo-romaine

Les travaux de traitement de la pirogue gallo-romaine, menés en parallèle de ceux de la pirogue médiévale, ont été achevés au début de l'année 2005. Sa restauration, en 2006, sera relativement légère et sera suivie d'un conditionnement permettant d'assurer d'éventuelles présentations temporaires.

Éléments d'architecture et objets de la vie quotidienne de l'époque néolithique

En vue de préparer leur présentation au futur parc-musée de Monferrat, le musée Dauphinois a confié à ARC-Nucléart la remise à niveau des restaurations des collections anciennes du site néolithique. Cela concerne en premier lieu des objets et ustensiles de la vie quotidienne, de dimensions modestes. Quelques éléments d'architecture, souvent très fragilisés par leur enfouissement, complètent ce lot d'objets. Il s'agit surtout de réaliser des opérations de maintenance classique, tout en restituant une homogénéité de lecture de la collection ou en assurant une stabilité mécanique nécessaire à leur mise en exposition.

65 pièces, parmi les plus représentatives, ont donc ainsi été restaurées dans le courant de l'année 2005. Seul subsiste le cas complexe d'un prélèvement de mandibules de cerfs, dont la résine de consolidation, utilisée lors du traitement d'origine, était mal adaptée. Cela génère un phénomène de ressuage qu'il est désormais délicat d'endiguer.

Dans le même temps, un premier lot de pièces d'architecture de première importance (planches de chape, goulotte, etc.), fouillées par Aimé Bocquet il y a plus de 25 ans, a subi, après un traitement par imprégnation de polyéthylène glycol et lyophilisation en 2004, une campagne de restaurations légères. Pour définir une stratégie de restauration plus poussée, qui tienne compte de la très grande fragilité des pièces, il convient désormais d'établir, avec les muséographes, les conditions spécifiques de leur présentation. La réalisation de ces travaux ne devrait donc pas intervenir avant 2007.

Un deuxième lot de pièces moins prioritaires a été sélectionné, en fin d'année, pour un nouveau cycle de traitement. Il s'agit essentiellement de pieux, de madriers et d'éléments de construction (chèvre) qui pourraient entrer dans l'aménagement d'une évocation du site dans le futur musée. Ce lot a été mis en traitement par imprégnation de polyéthylène glycol, puis lyophilisé. Il est actuellement entreposé dans les réserves de l'atelier, en attente d'une décision globale de restauration.

Lac de CLAIRVAUX (Jura)

Objets de la vie quotidienne

Époque néolithique

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

Cette année, a été traité par imprégnation de polyéthylène glycol puis lyophilisation, un ensemble de quinze outils et instruments de la vie quotidienne d'une remarquable facture, parfois complets. Une masse en andouillers a été isolée du lot et a fait l'objet d'un séchage contrôlé en enceinte climatique.

Les opérations de restauration ont essentiellement consisté en des nettoyages complémentaires (élimination de résidus végétaux et des excédents de résine consolidante), en quelques remontages de fragments, puis en des conditionnements en vue de la restitution de la collection.

De nouvelles séries issues des campagnes de fouille récentes, essentiellement composées de fibres, de sparteries ainsi que quelques objets en bois gorgés d'eau, nous sont parvenues en 2005. Elles font, pour le moment, l'objet d'observations préparatoires à l'émission d'un devis de traitement.



Les objets avant leur mise en traitement.

DIJON (Côte-d'Or)

Ex-voto

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Dominique Montigny, musée archéologique, Dijon

Quatre ex-voto de la collection des sources de la Seine, découverts par Simone Deyst à la fin des années 1960, étaient conservés, depuis cette période, à l'état humide dans les réserves du musée archéologique de Dijon. Ils ont été confiés à l'atelier en 2005 pour traitement par imprégnation de polyéthylène glycol à saturation, méthode qui convient particulièrement à la consolidation des matériaux très dégradés. Ce traitement de longue durée est actuellement en cours.

DREFFÉAC (Loire-Atlantique)

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

ARC-Nucléart a réceptionné, en fin d'année 2005, la pirogue de La Soudenais, lieu-dit de la commune de Drefféac. Il s'agit d'une très belle pièce monoxyle en chêne de 5,45 m de long. Fine et élancée, elle présente la caractéristique d'être peu profonde et, par voie de conséquence, d'être inhabituellement massive dans sa partie médiane. Dès réception, la pirogue a intégré son bassin de traitement par imprégnation de polyéthylène glycol. À l'issue de cette phase, le séchage se fera par lyophilisation.



Xavier Hiron examinant la pirogue à son arrivée.

GOL MOD (Mongolie)

Plateau de jeu

I^{er} siècle

Interlocuteurs : Jean-Paul Desroches, Guilhem André, musée Guimet, Paris ; Jérôme Maguail, université de Nice

Le plateau de jeu, découvert par la mission archéologique française en Mongolie dans une tombe royale, a été lyophilisé après imprégnation du bois au polyéthylène glycol. Un support en résine a été réalisé dans le but de maintenir en position chaque élément du plateau.

Le plateau de jeu a été restitué à la mission archéologique française en Mongolie qui, à son tour, l'a remis aux autorités mongoles à l'occasion de l'inauguration du laboratoire de l'institut d'Archéologie à Oulan-Bator.



Le plateau de jeu après restauration sur son support de présentation.

GRENOBLE (Isère) Cathédrale

Cuvelage de puits

XVII^e siècle

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

Restitution au musée Dauphinois de Grenoble d'un lot de vingt et un éléments en bois constitutif d'un fond de puits datant du XVII^e ou du début du XVIII^e siècle. Ils ont subi, dans les premiers mois de 2005, les derniers gestes de restauration. Les deux cerclages métalliques qui assuraient la liaison initiale entre les douelles ont, après avoir été nettoyés et déchlorurés au CRÉAM de Vienne, été associés à cette livraison. Cependant, cette structure n'étant pas appelée à être présentée dans l'immédiat, l'ensemble a été rendu à l'état démonté.

GUEUGNON (Saône-et-Loire)

Pirogue

Époque carolingienne

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

C'est à la suite de crues ayant entamé les berges de la rive droite de l'Arroux au Champ d'Argent, que la pirogue de Gueugnon a été découverte en 1984. Expertisée par l'association Les Amis du Dardon, cette embarcation monoxyle en chêne, longue de près de 9 mètres, a été datée par le carbone 14 de l'an 810 (± 60 ans). Un tableau en fermait l'extrémité arrière. La même année, le CNRAS, appuyé par les services techniques de la Ville de Gueugnon, parvenait à extraire la pirogue du cours d'eau.

Pendant plus de vingt ans, la pirogue a été conservée dans une cuve en inox conçue pour elle, remplie d'eau, et placée dans un local des services techniques de la commune.



La pirogue de Gueugnon dans son cadre de stockage avant traitement.



La pirogue de Gueugnon dans son cadre de stockage avant traitement.

L'année 2005 aura été déterminante avec la volonté affichée par la Ville de Gueugnon de poursuivre l'effort déjà réalisé et la décision de faire traiter ce vestige archéologique par ARC-Nucléart. Les services techniques de la ville ont, une nouvelle fois, été mis à contribution afin de réaliser un châssis de transport compatible avec le futur traitement. La pirogue, conditionnée sur ce châssis, a été livrée à Grenoble à la fin du mois d'octobre.

Après les dernières opérations de nettoyage et de calage, l'embarcation a été déposée dans le plus grand bassin de traitement dont dispose l'atelier. L'imprégnation à l'aide de la résine polyéthylène glycol 4000, projetée sur le bois sous la forme d'un brouillard, a débuté dès le mois de décembre ; elle est prévue pour durer jusqu'à mi-2007.

HYÈRES (Var) Le Grand Ribaud

Pièces d'un navire étrusque

515-470 avant J.-C.

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

Deux objets en bois, exceptionnels par leur rareté, ont été confiés à ARC-Nucléart en février 2003. Il s'agit de la pelle de gouvernail et du fourcat de l'épave étrusque Grand Ribaud F qui a sombré au large de la presqu'île de Giens avec sa cargaison de plus d'un millier d'amphores.

Ces deux pièces, présentant des restes de calfatage, ont été placées en traitement d'imprégnation de polyéthylène glycol 4000 au printemps 2004. Leur traitement et leur restauration se sont achevés cette année. L'aspect de la pelle de gouvernail est satisfaisant malgré un état de dégradation avancé. En revanche, des soulèvements et des crevasses sur le fourcat sont apparus, car le chêne vert dans lequel il a été taillé a difficilement supporté les contraintes de la lyophilisation. Il s'en est suivi un travail de restauration poussé, notamment une consolidation à cœur par injection de résine acrylique en émulsion et de mastic à base de carbonate de calcium.

La présentation du fourcat sur un support de ferronnerie a été effectuée en 2005. En ce qui concerne la pelle de gouvernail, elle est présentée au Laténium, parc et musée d'archéologie de Neuchâtel (Suisse), depuis mai 2005 dans l'exposition *Amphore à la mer !* Sa mise sur support ne sera donc effective qu'en début d'année prochaine lors de son retour dans nos locaux.



Le fourcat sur son support de présentation en ferronnerie.

LANGRES (Haute-Marne)

Objets de la vie quotidienne et cuvelage de puits

Époque gallo-romaine

Interlocuteur : Arnaud Vailland, musée d'Art et d'Histoire, Langres

La collection, qui se compose d'un lot de 4 poutres d'un cuvelage de puits quadrangulaire et d'un ensemble de petits objets datés du 1^{er} siècle, a été restituée au musée de Langres.

LE HAVRE (Seine-Maritime)

Interlocuteurs : INRAP Grand-Ouest et DRASSM

Collaboration : ARC'Antique

Octant

xix^e siècle

Le traitement d'assèchement d'un octant en ébène du xix^e siècle, comportant des parties en ivoire et en bronze ainsi que des miroirs de visée en verres colorés, s'est achevé.

Les différents matériaux constitutifs de cet objet n'étant pas dissociables, nous avons procédé à une extraction des oxydes métalliques diffusés dans les matériaux organiques par immersion dans des bains chimiques. Les produits de corrosion présents sur les parties métalliques ont été éliminés mécaniquement. La consolidation des parties en ivoire a été réalisée avec une résine acrylique en émulsion. L'assèchement de l'objet a été très progressivement mené dans une enceinte climatique. L'octant a ensuite été vernis, ciré et conditionné. Il est présenté dans l'exposition inter-régionale itinérante *La Mer pour mémoire*.

Canon

xvi^e siècle

Un canon découvert dans le port du Havre et daté du xvi^e siècle nous a été livré à l'automne après qu'il ait subi, à ARC'Antique, un traitement de déchloruration par électrolyse et un dégangage. Ce "pierrier" de 2,50 m de long, se compose d'une âme en fer forgé insérée dans un support en bois effilé à son extrémité. Il est encore muni de son chandelier. Il sera stabilisé par imprégnation de résine styrène polyester polymérisée par irradiation gamma.

LONS-LE-SAUNIER (Jura)

Canalisation (don Barbet)

Interlocuteur : Jean-Luc Mordefroid, musée archéologique, Lons-le-Saunier

Cet élément de canalisation destinée à l'acheminement de la saumure, dont la datation et la provenance exacte sont inconnues, a été restitué au musée archéologique de Lons-le-Saunier, après avoir subi une consolidation par la méthode "Nucléart".

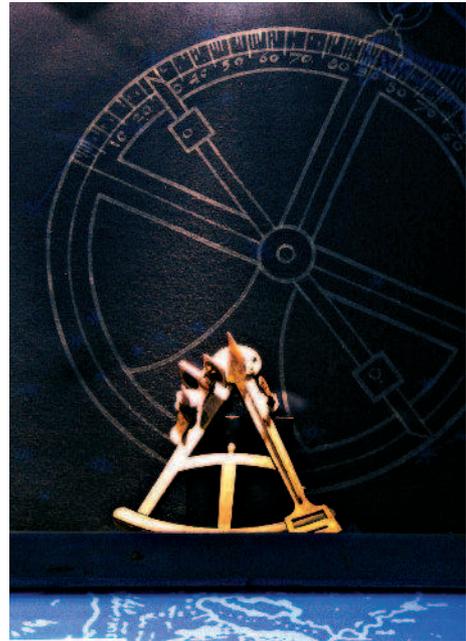


Photo : Pierre Vaudaine, ARC-Nucléart.

L'octant présenté à Douarnenez dans l'exposition *La Mer pour mémoire*.



"Pierrier" avant traitement du bois.

LYON (Rhône) Parc Saint-Georges

Interlocuteurs : Simone Blazy, musée Gadagne, Lyon ; Jacques Lasfargues, Hugues Savay-Guerraz, musée gallo-romain, Lyon ; Grégoire Ayala, INRAP Rhône-Alpes-Auvergne ; Michel Lenoble, service régional de l'archéologie, DRAC Rhône-Alpes



Pirogue dans son cadre de prélèvement en attente de traitement.

L'opération d'archéologie préventive conduite en 2003 et 2004 sur le chantier du parc de stationnement souterrain, place Benoît-Crépu à Lyon, avait donné lieu à la découverte d'une impressionnante quantité d'objets divers, de toutes époques et de toutes natures, et de seize embarcations, de l'antiquité au XVIII^e siècle. La concentration d'un aussi grand nombre d'épaves s'explique par la proximité immédiate des berges de la Saône et celle, attestée par des documents d'archives, d'un port fluvial actif dès le Moyen Âge et remontant probablement à la période gallo-romaine.

Objets de la vie quotidienne
Époque gallo-romaine

La collection comprend un lot de cuirs, 35 objets en bois (des fonds de vases, des bouchons de liège placés *in-situ* dans des cols d'amphores, un style, des manches d'outils, un fuseau, des cabillots ainsi qu'une nasse) et 6 objets en bois et métal (un couteau, une scie et divers outils). L'ensemble est destiné au musée gallo-romain de Lyon.

La réception et le traitement des objets en bois et bois/métal, prévus initialement en fin d'année 2005, ont été reportés en tout début d'année 2006. Cependant, quelques travaux ont d'ores et déjà été réalisés. Les bouchons en liège ont été prélevés. Les objets en bois ont été nettoyés.

Objets de la vie quotidienne
Époques médiévale et moderne

La collection comprend 6 objets en bois (cuillères, bobines, quenouilles, boîtes...), 22 objets composites (un fleuret dans un fourreau en cuir, un seau à cerclages et anse en fer, divers outils et couteaux sculptés), ainsi que près de 130 lots de fragments d'objets en cuir (principalement de la cordonnerie des XIII^e, XVI^e et XVII^e-XVIII^e siècles).

L'étude des cuirs, effectuée par l'INRAP, a pris fin et a permis de dégager de la masse un lot d'objets typologiquement intéressants pouvant être traités et restaurés pour présentation muséographique.

Barque "couzonnaire"
XVIII^e siècle

Pour l'embarcation à fond plat de 12 mètres de long dite "couzonnaire", les travaux d'imprégnation se sont achevés dans le courant du mois de juin 2005, et ils ont immédiatement été suivis par la mise en œuvre d'un séchage contrôlé, réalisé, compte tenu du volume considérable de



Vue générale du bassin de traitement.

bois à sécher, dans deux espaces à climatisation variable distincts. Ces opérations de séchage devraient s'achever dans le courant du premier semestre de l'année 2006.

Cependant, d'ores et déjà, il a été entrepris une vaste opération de nettoyage de l'excès du polyéthylène glycol présent en surface des bois. Ceci devrait permettre de mettre en œuvre, dès la fin du séchage, une opération de pré-montage des 121 éléments du bateau, afin de repérer où se situent les écarts de remontage dont il faudra tenir compte pour la présentation finale.

Embarcations XII^e et XVI^e siècles

Ce ne sont pas moins de sept embarcations, des périodes médiévale ou moderne, qui ont convaincu la municipalité de Lyon, avec l'aide de l'État, de les sauvegarder.

Extraites du chantier en 2004 puis acheminées directement vers ARC-Nucléart, toutes les embarcations ont été conservées dans un premier temps grâce à la mise en place d'un dispositif d'arrosage permanent évitant tout séchage du bois.

La Ville de Lyon a ensuite décidé de prendre en charge le traitement et la restauration de l'ensemble de ces embarcations à l'exception de l'épave n° 10 dévolue au musée des Civilisations de l'Europe et de la Méditerranée.

Plusieurs mois ont été nécessaires pour achever le nettoyage des épaves, modifier les supports et préparer l'installation de traitement. L'imprégnation à l'aide de la résine polyéthylène glycol 4000, projetée sur le bois sous la forme d'un brouillard, a débuté dès le mois de décembre ; elle est prévue pour durer jusqu'à mi-2007.

Barges de transport I^{er} siècle

Parmi les six embarcations gallo-romaines mises au jour, trois d'entre elles ont fait l'objet de mesures conservatoires exceptionnelles. Malgré des dimensions impressionnantes, comprises entre 15 et 20 mètres de longueur, l'intérêt archéologique majeur et le remarquable état de conservation de ces épaves ont décidé le conseil général du Rhône, aidé par l'État et la communauté urbaine de Lyon, à extraire ces vestiges et à les ré-immérer provisoirement dans un plan d'eau.

Après un an de stockage, il convenait de vérifier si les conditions étaient satisfaisantes. Un des membres de l'atelier a réalisé, à la demande du conseil général du Rhône, une plongée de contrôle en juin 2005. L'inspection visuelle et les prélèvements biologiques effectués au cours de la plongée ont fait état d'un milieu de stockage sain assurant une conservation des vestiges dans de bonnes conditions.

À ce jour, le programme de conservation-restauration et de muséographie de ces épaves est en cours de réflexion.



Les différents éléments de la "couzonnaire" stockés dans une enceinte climatisée.



Bateaux-viviers.

Durant la fouille de l'épave grecque de la fin du VI^e siècle av. J.-C., Jules-Verne 7, au cours de l'été 1993, les vestiges ont fait l'objet de relevés d'ensemble et de détail aussi précis et complet que possible. Outre les relevés métriques et grandeur nature habituels, l'épave a aussi fait l'objet de relevés photogrammétriques complétés par des couvertures photographiques systématiques. Tous ces relevés ont été effectués directement sur place afin de pouvoir disposer du maximum de données avant l'enlèvement de l'épave et son traitement de conservation. On sait en effet que ces opérations, particulièrement délicates, sont souvent la source d'altérations des vestiges, voire de légères modifications dimensionnelles. Après l'enlèvement de l'épave, les bois ont fait l'objet d'un stockage provisoire contrôlé dans des locaux de Marseille en attendant que les installations de traitement soient prêtes.

Cette période a été mise à profit pour effectuer des relevés détaillés complémentaires sur les pièces de structure qui avaient été démontées. Ainsi l'étude en laboratoire de l'épave a pu commencer immédiatement après la fouille sans attendre la fin des traitements avec pour objectif : d'une part, de pouvoir étudier précisément la structure du navire, la morphologie des pièces et les techniques d'assemblage, ceci afin de pouvoir comprendre le processus de construction à travers son double aspect de la conception (principe de construction) et de la réalisation (méthode de construction) ; d'autre part, de pouvoir proposer une restitution aussi complète que possible du navire d'origine dans ses formes et sa structure, mais aussi dans son système de propulsion (gréement) et de gouverne. Pour cela, les travaux ont porté en premier lieu sur la mise au net et à l'échelle de tous les relevés d'ensemble et de détail.

À partir de ces données, un double processus a été engagé comportant d'une part les restitutions graphiques du navire (forme et structure) et d'autre part la réalisation de maquettes d'études. Ces dernières avaient pour objet de contrôler et de valider chacune des étapes des différentes restitutions graphiques. Ainsi, ont été réalisées :

- une maquette des vestiges (éch. 1/10) ;
- une maquette des vestiges restitués en forme (éch. 1/10) ;
- une maquette de restitution de la carène à plus grande échelle que les précédentes en raison de la précision recherchée dans la restitution (éch. 1/5) ;
- une maquette de restitution finale avec les formes, la structure, les œuvres mortes, le gréement et l'appareil de gouverne.

Au cours de cette étude, trois niveaux de restitution ont été définis. En premier lieu, les restitutions certaines fondées sur l'existence des vestiges archéologiques. En second lieu, les restitutions probables reposant sur des données analogiques fournies par d'autres épaves de même type, de même période et de même contexte culturel. En dernier lieu, les restitutions possibles déduites de l'analyse de documents de comparaison, notamment iconographiques, après, là encore, validation des éléments de comparaison pour éviter tout risque d'anachronisme. Au total, compte tenu de la qualité des vestiges, on peut estimer que les deux premiers niveaux de restitution représentent environ 80% de la restitution d'ensemble finale. Soit un degré de fiabilité remarquable.

Finalement, la restitution proposée du navire d'origine est celle d'un petit caboteur à voile de 15,65 m de longueur, 3,80 m de largeur, 1,70 m de creux pour une capacité de charge de 11 tonnes métriques correspondant à un déplacement en charge de 15 tonnes.

Rappelons aussi que l'étude a pu mettre en évidence les principales phases de la construction du navire procédant d'une conception et d'un mode de construction de type "longitudinal sur bordé". Notamment, il a pu être démontré que la construction a commencé par la pose de la quille puis des huit premières virures du bordé. À ce niveau, des mesures de contrôle de la coque ont alors été effectuées, conférant ainsi à cette huitième virure le rôle de "virure de réglage". Puis la construction s'est poursuivie avec la pose de la membrure des fonds, puis la reprise du bordé de la muraille avec les préceintes, la pose des couples de revers et l'achèvement des parties hautes.

Rappelons encore que l'étude de l'épave Jules-Verne 7 a permis de mettre en évidence une phase fondamentale de l'évolution des techniques de construction navale en témoignant du passage de la technique archaïque d'assemblage par ligatures, illustrée par l'épave Jules-Verne 9, à la technique d'assemblage par tenons et mortaises. Ainsi, construit majoritairement par tenons et mortaises, le navire possède encore de nombreux assemblages résiduels par ligatures, pour la liaison des extrémités et pour les réparations. Cette évolution s'entend toutefois dans le contexte grec phocéen, et plus généralement ionien, auquel appartiennent les épaves Jules-Verne 7 et 9 et où se pratiquait traditionnellement, à l'époque archaïque, l'assemblage par ligatures. Il est très probable que l'adoption de l'assemblage par tenons et mortaises se soit faite sous l'influence des Phéniciens qui pratiquaient cet assemblage depuis l'âge du bronze.

Aujourd'hui alors que l'étude est achevée et que la conservation de l'épave est assurée, il reste à espérer qu'elle fasse rapidement l'objet d'un remontage pour enfin rejoindre rapidement sa petite sœur, l'épave Jules-Verne 9, au musée d'Histoire de la Ville de Marseille. Il serait en effet particulièrement regrettable qu'une telle somme d'investissements techniques et intellectuels, justifiés par l'intérêt exceptionnel de cette épave unique en Méditerranée, ne soit pas valorisés auprès du grand public dépositaire de son passé le plus ancien.

Patrice Pomey

Directeur de recherche au CNRS

Centre Camille Jullian (UMR 6573, université de Provence - CNRS)
Maison méditerranéenne des Sciences de l'Homme (Aix-en-Provence)



Photo : Centre Camille Julian.

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

Épave grecque

vi^e siècle avant J.-C.

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

L'épave JV 7, probablement construite, il y a plus de 2500 ans, sous les murs de la cité phocéenne, illustre à sa façon, les premiers pas de la ville de Marseille dans l'Histoire.

Le dernier épisode grenoblois de la longue série de travaux de conservation menés sur l'épave grecque archaïque de Marseille s'est achevé dans le courant du premier semestre 2005 avec le retour de l'épave JV 7 à Marseille.

Les travaux menés sur l'épave revêtent un caractère exceptionnel à plus d'un titre. Les dimensions de l'embarcation en font le vestige le plus important que l'atelier ait eu à traiter. D'autre part, aucune méthode en usage à ARC-Nucléart, au moment de la réception de l'épave à Grenoble, ne permettait son traitement de façon satisfaisante. Un immense travail de recherches, d'expérimentations et d'adaptations techniques a sollicité toutes les compétences de l'atelier pour mener à bien un tel défi.

Épave Jules Verne 7. Maquette d'étude à l'échelle 1/10 des vestiges remis en forme.

Conception et réalisation : Centre Camille Julian, CNRS, Aix-en-Provence.

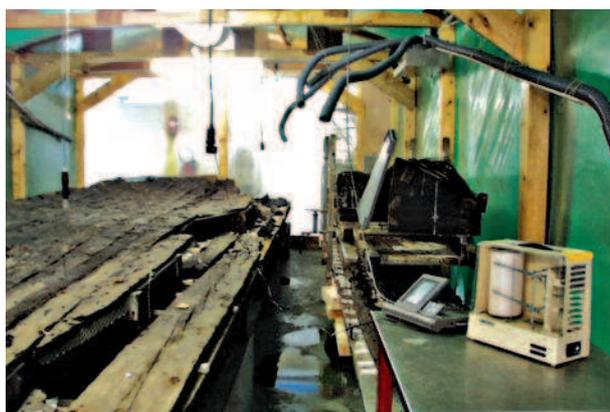


Les épaves grecques archaïques (fin du vi^e s. av. J.-C.) de la place Jules-Verne à Marseille en cours de fouille.

Au premier plan, l'épave assemblée par ligatures Jules-Verne 9 et au second plan la grande épave d'assemblage mixte (ligatures et tenons et mortaises) Jules-Verne 7.



Chargement de l'épave dans la cuve de traitement d'imprégnation.



L'épave sous la serre de séchage contrôlé.



Nettoyage pour retirer les excès de résine.



Chargement sur des camions pour le transport jusqu'à Marseille.

Près de 10 années se sont déroulées depuis l'arrivée de l'épave à Grenoble. Voici, en quelques dates-clés, la chronologie des opérations :

1993 : découverte de l'épave JV 7 :

La découverte s'est faite à l'occasion de la fouille de la place Jules-Verne à Marseille, préalablement à la construction d'un parc de stationnement. L'épave est exceptionnelle par sa datation la rattachant aux tout premiers temps de l'installation des colons phocéens (fin du VI^e siècle avant J.-C.). D'autre part, sur la carène conservée sur environ 14 mètres, l'étude archéologique a identifié un mode de construction original, associant des techniques d'assemblage archaïques par ligatures et un système d'assemblage par mortaises et tenons chevillés qui durera pendant toute l'Antiquité. Le niveau de conservation exceptionnel de l'épave a permis la reconstitution des formes jusqu'au pont.

1993-1997 : stockage à Marseille

1997-2000 : stockage à Grenoble :

Cette période a été mise à profit pour mener à bien la construction de l'installation de traitement et la mise au point du traitement.

mai 2000 : début du traitement

mai 2000-avril 2003 : imprégnation du bois de l'épave par un procédé inédit, la "brumisation" :

L'épave, disposée dans un bassin étanche, est exposée à un brouillard de PEG 4000 et PEG 400 en solution dans l'eau. Le bois s'en imprègne progressivement.

avril 2003-début 2004 : séchage contrôlé :

Dans une enceinte où a été confinée l'épave, l'humidité relative de l'air est abaissée progressivement de 90% à 60% de façon à accompagner le séchage du bois jusqu'à sa stabilisation.

2004 : nettoyage du bois de l'épave :

La totalité de la surface accessible des vestiges a fait l'objet d'un nettoyage soigné afin de retirer les excès de la résine de traitement et d'en homogénéiser l'aspect général.

janvier 2005-juin 2005 : conditionnement et retour de l'épave JV 7 à Marseille :

Cette période a été consacrée au conditionnement de tous les fragments et des éléments encore assemblés de l'épave. Des emballages spécifiques ont été adaptés aux besoins. L'organisation du retour vers Marseille a nécessité le recours à trois camions et un semi-remorque en convoi exceptionnel le 20 juin 2005.

L'ensemble des vestiges traités est désormais stocké dans un local de la Ville de Marseille, dans l'attente d'une décision de restauration et de mise sur support pour présentation au musée.

MONTIGNY-EN-OSTREVANT (Nord)

Éléments 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 8 poteaux, dont 4 d'angle, et de 19 planches formant 4 parois ont été réceptionnés et placés en imprégnation de PEG 4000 à 20 % dans l'eau.

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

Écuelle en bois

Fin XII^e- début XIII^e siècle

Interlocuteur : Victorine Mataouchek, INRAP Centre

Cette écuelle, obtenue par tournage, est quasi complète. Elle a été découverte dans un milieu semi-humide correspondant au comblement d'une structure.

Très fragile, elle a été conservée, jusqu'à son traitement, en motte. Celle-ci a été fouillée lors de la réception de la pièce à l'atelier au cours de l'été 2005. L'écuelle se trouve actuellement en imprégnation de polyéthylène glycol à 20% pour encore quelques semaines avant une augmentation de concentration du bain qui conduira le traitement vers une lyophilisation, puis une restauration au cours du deuxième semestre 2006

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

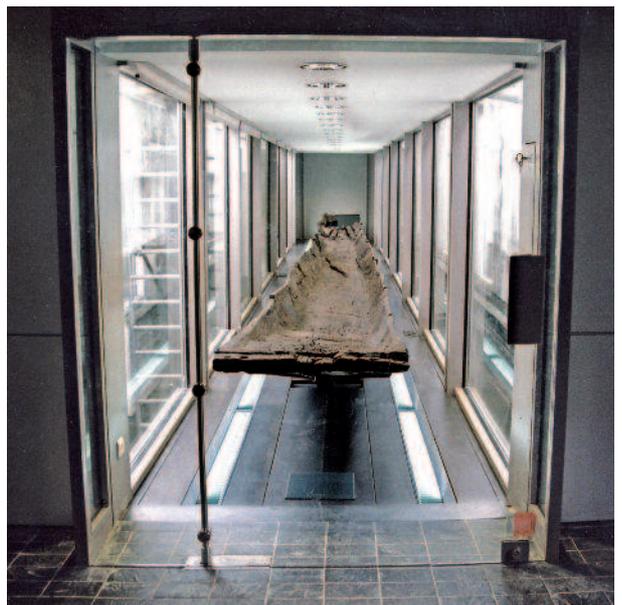
Pirogue

IX^e siècle

Interlocuteurs : Jean-Bernard Roy, musée de la Préhistoire, Nemours ; Daniel Mordant, conseil général de Seine-et-Marne

Après de nombreuses années passées à l'atelier pour traitement de consolidation, séchage et restauration, cette pirogue monoxyle en chêne a été restituée en janvier 2005. Sa mise en place dans une vitrine de 16 mètres de long au musée de Nemours a été une opération très impressionnante et la présentation officielle au public a donné lieu à une manifestation particulière dans le cadre des Journées européennes du Patrimoine.

La pirogue dans sa vitrine de présentation.





Le seau à l'état humide.

OPPÈDE (Vaucluse)

Seau
Époque médiévale
Interlocuteur : association Oppède Patrimoine

Un seau en bon état de conservation, retrouvé lors des fouilles de la fontaine médiévale d'Oppède-le-Vieux et comportant des cerclages et une anse en fer, a été livré à ARC-Nucléart pour traitement de stabilisation. Un nettoyage mécanique des concrétions d'oxydes de fer a été réalisé et une imprégnation de résine styrène-polyester est en cours. Ce traitement devrait prendre fin au premier trimestre 2006.

OSTIA ANTICA (Italie)

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

Un intéressant partenariat liant la Surintendance archéologique d'Ostia Antica et l'atelier ARC-Nucléart s'est mis en place à propos d'une noria antique découverte sur le site d'Ostia Antica.

À la demande de la Surintendance, il a été convenu d'assurer une assistance technique auprès de l'équipe italienne afin de déterminer le meilleur mode de traitement de conservation de la noria dans ses installations. L'unité de restauration de la Surintendance s'est dotée d'une cuve d'imprégnation en inox munie d'un dispositif de circulation du bain ainsi que d'un système de chauffage.

Une expertise a été réalisée au printemps 2005. Elle a porté sur une étude sanitaire des conditions de stockage de la noria et sur une étude de l'état de dégradation du bois à stabiliser. Il a été prévu de procéder à l'imprégnation de la noria à l'aide de polyéthylène glycol 4000 dans les locaux d'Ostia Antica, puis d'effectuer le séchage par lyophilisation à ARC-Nucléart au début de 2006.



Pieux provenant d'une pêcherie de l'âge du bronze sur la plage de Pignochet à Saint-Jean-le-Thomas.

SAINT-JEAN-LE-THOMAS (Manche)

Vestiges de pêcherie
Âge du bronze, x^e siècle
Interlocuteurs : Cyrille Billard, service régional de l'archéologie,
DRAC Basse-Normandie ; Groupe de recherches archéologiques du Cotentin

Les fouilles récentes organisées sur le littoral de Basse-Normandie ont livré de très intéressants témoignages de pêcheries, remontant, pour les plus anciennes, à la période néolithique.

Une quinzaine de pièces de bois nous a été confiée pour des travaux de stabilisation. Ce sont pour la plupart des pieux, des renforts ou des piquets, mais aussi, des témoins encore plus fragiles tels que des éléments de vannerie ou des copeaux, des déchets de taille et le manche d'un outil en bois de cerf illustrant les opérations de façonnage *in situ*.



Vestiges d'une pêcherie sur la plage de Pignochet à Saint-Jean-le-Thomas dans la baie du Mont Saint Michel.

LES PÊCHERIES ANCIENNES DU LITTORAL DE LA MANCHE

En 2003, a été lancé, sous la responsabilité de Cyrille Billard, un programme collectif de recherche archéologique intitulé "L'Exploitation des milieux littoraux en Basse-Normandie" visant à étudier les installations anciennes sur le domaine maritime et liées à l'exploitation des ressources du littoral (partenaires financiers : DRAC de Basse-Normandie et conseil général de la Manche). Ce projet porte principalement sur les vestiges d'anciennes pêcheries découverts sur le littoral du département de la Manche (secteurs de Saint-Jean-le-Thomas - Champeaux et de Saint-Lô-d'Ourville) et dont l'état général de conservation s'est montré exceptionnel, surtout en ce qui concerne les bois et les éléments de vannerie conservés.

Les recherches de terrain ne sont pas terminées, mais d'ores et déjà, un ensemble d'objets en bois mérite d'être traité par lyophilisation pour permettre sa conservation et sa présentation. Il s'agit des éléments les plus remarquables par leurs traces d'assemblage ou de façonnage. D'autres éléments organiques, encore plus exceptionnels dans l'Ouest de la France, font partie de l'ensemble : éléments de vannerie, liens en branches de noisetier. Trois sites ont été plus particulièrement explorés :

- une pêcherie de l'âge du bronze (vers 2000 avant J.-C.) à Saint-Jean-le-Thomas (plage de Pignochet) : pointes de pieux présentant des traces d'outils, copeaux, éclisses et déchets de taille, renfort oblique de 1,20 m de longueur avec piquet arrière et piquet de mortaise, liens en branche de noisetier, éléments d'une vannerie, manche d'outil en bois de cerf (merlin à fendre) ;
- une pêcherie en cours de datation à Saint-Jean-le-Thomas (plage Saint-Michel) : une pointe de pieu présentant des traces d'outils ;
- une pêcherie du x^e siècle à Saint-Lô-d'Ourville : une extrémité de poutre avec assemblage à mi-bois.

L'ensemble de ces objets doit témoigner de l'importance de l'utilisation du bois mis en œuvre dans l'exploitation des pêcheries sédentaires et des savoir-faire qui s'y attachent.

Cyrille Billard
Conservateur du Patrimoine
Service régional de l'archéologie, DRAC de Basse-Normandie

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 400 à 30% dans l'eau et lyophilisée. Elle est en attente de restitution.

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

ARC-Nucléart s'est vu confier la conservation et la restauration de plus de 550 objets en bois, cordages, textiles, os, cuirs et composites gorgés d'eau, issus des fouilles sous-marines réalisées, depuis 1996, sur le site de La Natière.

Après six mois de caractérisation, de nettoyage, de prises de vue, d'étude et de tri, la grande majorité des objets a été placée en cuve de traitement pendant l'année 2004. A l'issue des traitements, les opérations de restauration des objets prioritaires destinés à être présentés dans l'exposition inter-régionale itinérante *La Mer pour mémoire*, en 2005, ont pu commencer.

Ensuite, les travaux de restauration du deuxième lot d'objets se sont succédé sans relâche tout au long de l'année. Outre un nettoyage poussé des excès de résine et une consolidation de surface, la restauration de cet ensemble d'objets s'est limitée à quelques collages préventifs.

Certaines des grandes pièces en cuir (manche à eau, étui...) ont été retraitées afin d'améliorer leur aspect mais, aussi, leur conservation à long terme, au moyen d'une nouvelle formulation de résine consolidante à base de carbamate et de PEG 400, plus hydrophobe que le PEG 400 seul : le polytoluène diisocyanate de polyéthylène 400 ou PTP 400. Nous espérons que leur restauration en sera ainsi facilitée.

Les prises de vue des objets et le conditionnement pour une restitution de l'ensemble de la collection en juin 2006 sont en cours.



Nettoyage de feuilles de cuir après déroulement et imprégnation par Nédia Boumlil.



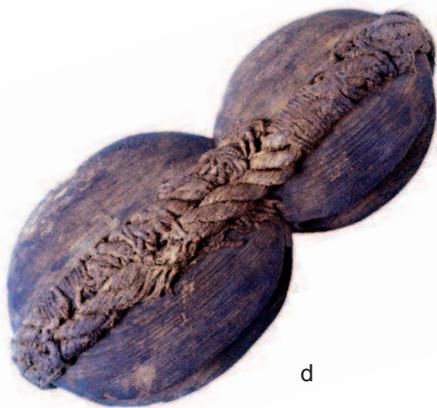
a



b



c



d



e



f



g



h



i

Quelques pièces d'acastillage et objets de la vie quotidienne provenant du site sous-marin de La Natière :
a. seau (hauteur : 25 cm) ; b. tonnelet à poudre (hauteur : 34 cm) ; c. bidon (hauteur : 23 cm) ;
d. double poulie avec estope (longueur : 35 cm) ; e. forme à chaussure (longueur : 22 cm) ; f. poulie avec réa (diamètre : 20 cm) ;
g. alène (longueur : 15 cm) ; h. balai de brindilles cerclé de noisetier (longueur 40 cm) ; i. cabillot (longueur : 31 cm).

SAINT-QUAY-PORTRIEUX (Côtes-d'Armor)

Brosse en bois

XVIII^e siècle

Interlocuteur : Jeanne-Yvonne Simon-Hamel, musée d'Art et d'Histoire, Saint-Brieuc

La brosse en bois découverte sur le site des Poulins à Saint-Quay-Portrieux en 2002 a été restituée au musée de Saint-Brieuc après l'achèvement des travaux de lyophilisation et de restauration.

SAINT-YRIEIX-LA-PERCHE (Haute-Vienne)

Les Fouilloux

Bois d'étagage d'une mine d'or

Époque gauloise

Interlocuteurs : Martine Fabioux, service régional de l'archéologie, DRAC Limousin ; Béatrice Cauuet, unité toulousaine d'Archéologie et d'Histoire, CNRS.

Destinés au futur musée de l'Or de la communauté de communes du Pays de Saint-Yrieix, des bois de mine, sélectionnés par les archéologues, ont été confiés pour traitement de consolidation à ARC-Nucléart en 1995.

Avant traitement, deux grands ensembles se dégageaient : les bois encore humides et les bois asséchés. Si tous deux étaient caractérisés par un état très dégradé du matériau, les bois asséchés présentaient, en plus, des altérations directement liées au séchage non contrôlé *in situ* ou au cours du stockage après la fouille : fentes de dessiccation très marquées, pertes de cohésion, pertes de matière, effondrements cellulaires, développement fongique caractérisé.

Des tests microbiologiques ont, d'ailleurs, mis en évidence la présence d'une moisissure appelée *Paecilomyces variotii*, particulièrement colonisante. Elle se développe surtout sur des bois humides confinés et produit des résidus de couleur jaune, très discernables des sels minéraux arséniés déjà présents en surface. Cette infestation a été jugulée, dès la réception des objets à l'atelier, par exposition au rayonnement gamma.

Ces bois non nettoyés avaient conservé en surface une très importante couche de sédiments. Leur surface était donc extrêmement fragilisée et incrustée de boue qui, en séchant, a accentué les contraintes mécaniques co-existantes.

La diversité de l'état de conservation des différentes pièces a conduit, dans un premier temps, à regrouper les objets par catégorie d'altération et par état d'avancement du séchage, puis, dans un second temps, à adapter au mieux la méthode de traitement et de restauration. Ainsi avons-nous réparti les objets en trois catégories :

- les humides, qui ont été traités par imprégnation de polyéthylène glycol à 20 puis 35% suivie d'une lyophilisation ;



Élément de boisage d'une mine gauloise avant restauration.

- les secs, qui ont fait l'objet d'une imprégnation à cœur, sous vide, de résine styrène polyester radiopolymérisée sous rayonnement gamma (méthode "Nucléart"). Notons que pour ce lot que, dans le but de faciliter l'imprégnation et améliorer l'aspect visuel des pièces, il a été réalisé un nettoyage préalable de la surface au moyen de pinceaux-brosses souples et d'eau tiède.
- un objet quasi sec (demi-poussard), qui a été stabilisé par séchage contrôlé. L'évolution de ce séchage a été évaluée par pesées successives jusqu'à stabilisation de la masse de l'objet.

À l'issu des traitements de conservation, des opérations de restauration ont été nécessaires. La répartition en trois lots a, également, été maintenue. Ainsi, ont suivi des interventions de nettoyage des excédents de polyéthylène glycol pour les bois anciennement humides et séchés par lyophilisation. Compte tenu de l'état de dégradation très marqué de ces derniers, constaté dès la réception, une consolidation complémentaire de surface s'est imposée. Pour ce faire, nous avons employé une résine acrylique réversible, le Paraloid B 72, en solution dans le toluène. Les collages des fragments ont été menés soit au Paraloid B 72 à 40% dans l'acétate d'éthyle, soit au Plectol B 500 en fonction des résistances mécaniques requises. Quelques petites retouches colorées au moyen de peintures acryliques ont permis d'uniformiser la surface.

Un élément en bouleau a fait l'objet d'un traitement de surface particulier : l'écorce particulièrement instable présentait de très importants défauts d'accroche. Afin de maintenir les très fins feuilletés, nous avons pulvérisé du Plectol B 500 très dilué dans de l'eau déminéralisée. Puis à la spatule chauffante, l'adhésif a été ramolli pour le faire migrer dans toutes les zones à refixer. Enfin, les excédents de colles ont été éliminés à l'alcool.

Après consolidation par la méthode "Nucléart", le lot des secs n'a fait l'objet que de quelques collages complémentaires.

L'ensemble de la collection a été restitué en août 2005



Élément de boisage d'une mine gauloise après restauration.



LES DÉCOUVERTES DU BRIVET (LOIRE-ATLANTIQUE)

En 1994 et 1995, un important curage du Brivet (Loire-Atlantique), rivière arrosant Saint-Nazaire et dernier affluent sur la rive droite de la Loire avant l'océan Atlantique, a permis, dans des conditions d'intervention difficiles, de recueillir les restes d'une cinquantaine d'embarcations monoxyles dans un état de conservation très variable, allant du simple fragment de bois à l'exemplaire complet. Bien qu'il s'agisse de découvertes fortuites, les pirogues protohistoriques et médiévales semblent s'attacher à des sites riverains, que l'abondant mobilier céramique découvert à la même occasion permet de localiser vers les lieux-dits de Catiho, à Drefféac, et du Port, à Sainte-Anne-sur-Brivet. Ce secteur est situé en amont de la rivière, communément appelé le Haut Brivet, au nord de la Brière Mottière et de la ville de Pont-Château.

L'état parfois désastreux des bois s'explique surtout par les conditions de récupération, les archéologues ayant dû se contenter de recueillir l'ensemble du mobilier archéologique pendant et après le curage sur une quinzaine de kilomètres. Heureusement, des milliers de pièces ont pu être retrouvées, correctement répertoriées géographiquement puis mises à l'abri, notamment en ce qui concerne les bois. En 1997, une opération de reconditionnement, réalisée par l'INRAP avec le concours du DRASSM, s'est accompagnée d'une étude détaillée des pirogues, sous l'égide du SRA des Pays-de-Loire, avant qu'elles ne retournent à l'abri en milieu humide. En 2004, enfin, une dernière expertise a eu lieu avant le transfert des trois exemplaires retenus pour une restauration à Grenoble, complétée d'un transfert des autres pièces dans un étang près de Nantes, qui leur sert de dépôt depuis 2005.

Les deux pirogues médiévales et le fragment de tableau arrière d'une troisième embarcation datée de l'âge du bronze, aujourd'hui à Grenoble, sont parmi les plus remarquables de la série. Le tableau arrière, certes très fragmentaire, a miraculeusement conservé sa planchette de fermeture qui est encore couverte des empreintes de l'herminette qui a servi à la confectionner. Ce système de fermeture, qui consiste en réserves de bois taillées transversalement dans la poupe, est répertorié sur des pirogues du néolithique ou de l'âge du bronze mais aussi du Moyen Âge. Les planchettes qui s'y insèrent sont, par contre, très rarement conservées.

La pirogue carolingienne de Drefféac est complète et a été préservée du fait de sa masse car elle n'a probablement jamais été achevée. En effet, plusieurs éléments l'attestent : l'épaisseur du fond qui déséquilibre l'ensemble, les nombreuses empreintes d'outils qui parsèment le fond et des traces probables d'évidement par carbonisation indiquant l'absence d'usure, et même la fente longitudinale, probablement responsable de son abandon, nous renseignent objectivement à ce propos.

Enfin, la pirogue de Sainte-Anne-sur-Brivet, datée du XIII^e siècle, éclatée en plusieurs morceaux mais presque complète, représente un maillon important entre les monoxyles et les chalands assemblés car, si elle est encore réalisée sur la base d'un fût de chêne évidé, elle rassemble déjà plusieurs éléments l'assimilant à un chaland moderne : finesse, large espace intérieur, symétrie entre la poupe et la proue, aménagements (orifices pour l'ancrage ou l'amarrage, cale-pieds), son aspect général, même : en la comparant à la pirogue carolingienne, on observe évidemment qu'elles ne se ressemblent absolument pas.

La série des embarcations du Brivet, que symbolisent bien ces trois exemplaires, est une source documentaire irremplaçable et reste une découverte unique en Europe, tant par le nombre de pirogues retrouvées que par l'étalement des datations qui court sans hiatus de l'âge du bronze moyen au Moyen Âge. Parmi les autres faits remarquables, on peut noter par exemple le seul exemplaire connu d'une pirogue hallstattienne (elle atteint sept mètres de longueur) ou l'abondance des informations d'ordre technologique que l'ensemble de la série a offerte. Leur préservation et la restauration de trois d'entre elles en confirment aujourd'hui l'intérêt, notamment en ce qui concerne l'évolution historique et technologique de la petite batellerie sur une rivière qui, plus tard, on ne peut l'oublier, sera aussi celle de la construction navale marchande de l'époque moderne (chantiers de Rozé et de Méan), puis de celle de nombreux transatlantiques, à Saint-Nazaire même (Penhouët).

Christophe Devals
INRAP Grand-Ouest

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

Interlocuteurs : Bertrand Guillet, musée du château des Ducs de Bretagne, Nantes ; Anne de Saulce, service régional de l'archéologie, DRAC Pays-de-Loire ; Christophe Devals, INRAP Grand-Ouest

Un ensemble d'embarcations monoxyles d'époques variées a été découvert en 1994 et 1995 lors de travaux d'aménagements de la rivière le Brivet.

Pirogue du Port
xii^e siècle

Au lieu-dit Le Port, sur la commune de Sainte-Anne-sur-Brivet, une petite pirogue médiévale en chêne a été mise au jour à l'état presque complet. Sa particularité est d'être très courte (3,16 mètres) et de posséder, de part et d'autre, deux paires de cale-pieds. Le bois était dur et la surface bien conservée, mais les bordés étaient abîmés : l'un fragile car largement fendu, l'autre très fragmentaire à la base, ce qui ne permettra pas son remontage.

Le traitement de cette embarcation a été pris en charge par la Ville de Nantes dans le cadre du réaménagement de son musée d'Histoire, logé dans l'ancien Château des Ducs de Bretagne.

Dès réception de la pièce en octobre 2004, celle-ci a été conditionnée dans un support adapté et mise en imprégnation en bain de polyéthylène glycol 4000. Son traitement a été achevé en septembre 2005, après la lyophilisation, et sa restauration a eu lieu dans le courant du mois de décembre, conformément à la prévision initiale. Sa restitution est désormais prévue au cours du premier trimestre 2006. Sa présentation au public coïncidera avec la réouverture de son musée d'accueil.

Fragment de pirogue de La Crôle
Âge du bronze

Par l'intermédiaire du SRA Pays-de-Loire, ARC-Nucléart a reçu pour traitement, à titre d'échantillon technique représentatif, un prélèvement d'environ 1 m de long d'une pirogue de l'âge du bronze. Cette extrémité de pirogue possède, comme caractéristique remarquable, d'être obturée par une planchette qui vient se loger dans une rainure ménagée dans la masse, entre deux ressauts taillés en réserve. Un devis de traitement a été émis.

Lac de SANGUINET (Landes) Put-Blanc

Pirogues

Âge du bronze et âge du fer

Interlocuteurs : Bernard Maurin, centre de Recherches et d'Études scientifiques de Sanguinet ; commune de Sanguinet

Extraites du lac de Sanguinet en 2003, les deux pirogues n°5 et n°20 ont fait l'objet d'un traitement d'imprégnation du bois à saturation dès leur réception à l'atelier.



Pirogue en cours de restauration par Xavier Hiron.



Les deux pirogues du lac de Sanguinet dans la serre de séchage contrôlé.



La pirogue de l'âge du bronze provenant du lac de Sanguinet, en cours de séchage.

Au début du mois de juin 2005, la phase d'imprégnation s'est achevée. Elles ont alors été disposées dans une enceinte climatisée afin de piloter leur séchage. Celui-ci se déroule de façon satisfaisante. La fin de cette opération est programmée pour la fin du premier semestre 2006.

Sabot
Fin du XVI^e siècle
Interlocuteur : commune de Sanguinet

Un sabot et ses éléments en cuir sont en attente de restitution à la commune de Sanguinet, pour présentation dans le futur musée.

SARREBOURG (Moselle)

Cuvelage de bassin
III^e siècle
Interlocuteur : Olivier Caumont, service régional de l'archéologie, DRAC Lorraine

Trois éléments d'un cuvelage de bassin, qui sera dévolu au musée du pays de Sarrebourg, ont été restitués en début d'année 2005.



Marque (du fabricant ?) estampillée sur l'une des planches.

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 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 B 72 à 40% dans l'acétone. La totalité de la surface a, ensuite, été consolidée par un film de Paraloid B 72 à 10% dans le toluène. Enfin, en vue de limiter, au mieux, les échanges hygrométriques et le ré-empoussièrement, la surface a reçu une couche cire microcristalline.

Ce cuvelage doit être restitué au premier semestre 2006.



Éléments du cuvelage avant traitement.



Seaux monoxyles avant restauration.

TARTONNE (Alpes-de-Haute-Provence)

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

Trois seaux, dont deux monoxyles à fond conique, comportant un système de préhension en fer, dont il subsiste la trace, ont été retrouvés dans un puits d'eau

salée du XIII^e siècle. Ils sont en très bon état de conservation et nous ont été confiés pour traitement de stabilisation par la méthode "Nucléart".

TOULON (Var) Place Besagne-Dutasta

Bateaux antiques

I^{er}-V^e siècles

Interlocuteurs : François-Xavier Amprimoz, Carine Alphonsine, musées de Toulon

Horeiae

Ces deux barques romaines découvertes en 1987, ont été traitées et sont désormais stockées à ARC-Nucléart, en attente d'une étude qui permettrait d'entreprendre leur restauration et leur remontage dans la perspective d'une présentation dans un musée.

Fonds de carènes

Le traitement des éléments des trois embarcations romaines tardives découvertes à proximité des *horeiae* se poursuit. Plusieurs cycles de lyophilisation ont eu lieu dans le courant du second semestre 2005. Trois cycles supplémentaires sont prévus en 2006 pour achever le séchage de ces vestiges d'architecture navale antique.



Introduction dans le lyophilisateur pour séchage par Gilles Chaumat et Didier Bouix.

TOURVILLE-LA-RIVIÈRE (Seine-Maritime)

Objets en bois

Époque néolithique

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

Le SRA de Haute-Normandie a commandé à l'atelier le traitement de conservation de plusieurs fragments d'un arc néolithique et d'une planche en bois gorgés d'eau, stockés dans nos réserves depuis 1998. Les objets ont été imprégnés de polyéthylène glycol 4000 et ont été lyophilisés. Ils sont en attente de restitution.

TRÉMERY (Moselle)

Cuvelage de puits

Époque de La Tène

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

Le traitement d'imprégnation au polyéthylène glycol 4000 du cuvelage de puits est achevé. Un important travail de nettoyage des excès de PEG a été mené parallèlement à une consolidation de surface avec une résine acrylique. Le remontage des petits fragments a été effectué, mais l'association des deux morceaux principaux nécessiterait un support en fer forgé en cas de présentation muséographique.



Consolidation de surface par introduction de résine.

Le cuvelage ainsi que le lot de coins, de baguettes et de copeaux traités au polyéthylène glycol et lyophilisés en 2004 sont en attente de restitution.

VILLEFRANCHE-SUR-MER (Alpes-Maritimes)

Épave de *La Lomellina*

XVI^e siècle

Interlocuteurs : Michel Colardelle, Bénédicte Rolland-Villemot, 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. Aucun projet muséographique immédiat n'étant planifié pour ces objets, ils seront prochainement protégés par une couche de cire micro-cristalline et conditionnés de manière à pouvoir supporter les transports et le stockage.

Une quarantaine d'éléments de tonnellerie (douelles, fonds et couvercles) ont été lyophilisés au cours du premier semestre 2005. Leur restauration est prévue pour l'année 2006. La restitution des objets divers et de la tonnellerie sera ensuite possible.

Le traitement à saturation, par brumisation de polyéthylène glycol 4000, des quatre roues d'artillerie s'est achevé et la phase de séchage contrôlé en réserve climatique est en cours. Les bois ont été nettoyés des excès de PEG présents en surface avant qu'il ne durcisse. Pour ce faire, un support de bois réalisé sur mesure a été placé sur chacune des deux roues à rayons afin de pouvoir les retourner et procéder au nettoyage du revers.

L'un des éléments d'une des deux roues quadrangulaires présentait une large fente qui aurait pu compromettre le remontage et la restauration. La réduction de cette fente a été menée par contrainte dans une enceinte climatique, à 100 °C et 90 % d'HR. Quelques semaines après que les roues aient été placées en réserve climatique, nous avons vu apparaître sur les 2 roues quadrangulaires 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. Il est prévu de purger ces dépôts avant la fin du séchage afin qu'ils n'endommagent pas le bois.

Une rencontre avec les responsables de la collection a eu lieu afin que soit engagée une réflexion autour des roues d'artillerie et du sep de drisse. En effet, depuis deux ans, on constate sur le sep de drisse l'augmentation de la taille des concrétions, l'apparition de fentes récentes, une odeur piquante et une acidification de



Les roues d'affût de canon en cours de séchage.



surface. Les analyses par diffraction X des matières prélevées sur les concrétions ont montré qu'elles se composent de sulfates de fer, de pyrite et de soufre élémentaire. En collaboration avec le Groupe diffraction RX en recherche fondamentale au CEA-Grenoble, notre proposition au synchrotron ESRF de Grenoble pour analyse et cartographie du fer et du soufre dans le bois archéologique a été acceptée début 2005. L'imagerie par absorption du rayonnement synchrotron sur les coupes très fines du bois du sep de drisse, réalisée en décembre 2005 sur la ligne ID21 (responsable : Jean Susini, scientifique : Murielle Salomé) de l'ESRF, a révélé la présence du soufre et des composés soufrés au sein même de la paroi cellulaire du bois.

Dans l'état actuel de nos recherches, ce serait la présence d'oxydes de fer et l'action de bactéries sulfato-réductrices dans le milieu d'enfouissement et dans le bois qui seraient à l'origine de ce mécanisme de dégradation. Une fois exposés à l'oxygène et à l'humidité de l'air, les sulfures de fer seraient amenés à s'oxyder, c'est à dire se transformer en sulfates, ce qui entraînerait des dégradations physiques (des éclatements dus à une augmentation de volume et des déformations). Cette oxydation s'accompagnerait de la formation d'acide sulfurique provoquant des dégradations chimiques (la destruction de la cellulose par hydrolyse).

Aucun projet muséographique immédiat n'étant planifié pour ces pièces, le conservateur a proposé que le sep de drisse soit mis momentanément à la disposition du laboratoire ARC-Nucléart afin que les recherches engagées sur ces phénomènes de sulfatation puissent se poursuivre.

COLLECTIONS CHINOISES

Sculptures funéraires
Période des Royaumes combattants (VI^e-II^e siècles avant J.-C.)
Collection particulière

Les pratiques funéraires chinoises, pendant la période des Royaumes combattants, consistaient à creuser profondément le sol, puis à bâtir une construction en madriers de bois dont les parois étaient couvertes de délicats décors peints. Le défunt était déposé dans la chambre centrale tandis que de nombreux objets, symboliques ou d'usage courant, remplissaient le corridor entourant la chambre. L'ensemble était ensuite recouvert d'argile et de graines de poivre avant d'être coiffé d'un tumulus.

Cette année, a été traité par imprégnation de polyéthylène glycol suivi d'une lyophilisation, un remarquable ensemble de dix-sept sculptures, toutes en bois peint à l'exception d'une frise décorative laquée. Ces sculptures représentaient en majorité des serviteurs ainsi que des daims, dont le plus grand s'imposait bien plus encore par l'élégance ses lignes.

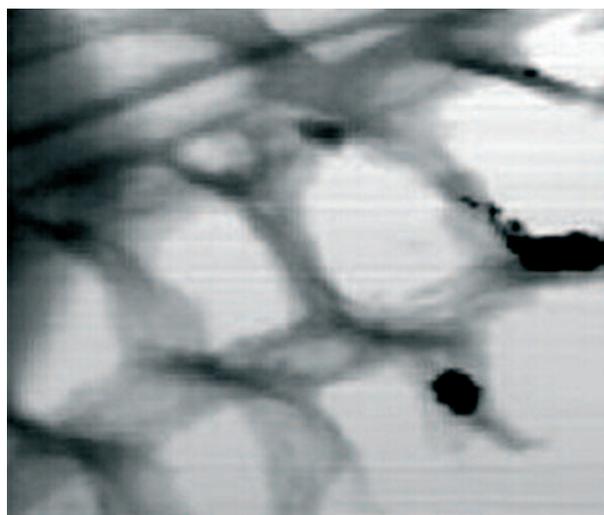


Photo : Synchrotron Grenoble.

Image d'une coupe transversale de bois du sep de drisse, obtenue sur le synchrotron de Grenoble (ligne ID 21, décembre 2005). Les taches sombres indiquent la présence de soufre élémentaire S8 et de sulfure de fer (pyrite) au sein même de la paroi cellulaire du bois.



COLLECTIONS EN ATTENTE

AGEN (Lot-et-Garonne)

Objets de la vie quotidienne

I^{er} siècle avant J.-C.

Interlocuteur : Marie-Dominique Nivière, musée des Beaux-Arts, Agen

La situation administrative de cette importante collection d'objets gaulois découverts dans un puits rituel de l'*oppidum* de l'Ermitage à Agen, est toujours en attente de règlement. Une dation devrait permettre au musée d'Agen d'acquiescer cet ensemble dont deux pièces remarquables, des seaux en bois cerclés de métal, traités et restaurés par l'atelier, ont été présentées dans l'exposition *Gaulois des pays de Garonne*, en 2004 au musée Saint-Raymond à Toulouse et en 2005 au musée des Beaux-Arts d'Agen.

BOULIAC (Gironde)

Bateau fluvial

XVII^e siècle

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

Les vestiges en bois gorgés d'eau de cette embarcation, ayant servi aux transports fluviaux au XVII^e siècle, sont présents dans les bassins de l'atelier depuis 1991. Ceci dans l'attente d'une dévolution à un musée qui permettrait le règlement de la situation administrative de cet objet et, peut-être, d'en entreprendre le traitement de conservation.

SAINT-GERMAIN-DES-FOSSÉS (Allier)

Sarcophage

Époque mérovingienne

Interlocuteur : Frédérik Letterle, 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 sa dévolution à un musée.

SAINT-JULIEN-DU-SAULT (Yonne)

Cuvelages de puits

Époque gauloise

Interlocuteur : Jean-Olivier Guilhot, service régional de l'archéologie, DRAC Bourgogne

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.

Pour le petit mobilier de la vie quotidienne associé à ces cuvelages, dont les pièces les plus curieuses sont deux brosses incomplètes, les travaux de conservation et de restauration sont terminés et une restitution est prévue prochainement.

COLLECTIONS EN BOIS SEC ET MATÉRIAUX DIVERS



Principales collections en bois sec et matériaux divers.

Collections traitées en collaboration avec d'autres ateliers de restauration ou restaurateurs indépendants :

- Chaumont-sur-Loire et Maintenon : collections traitées à la demande de Céline Bonnot-Diconne, restauratrice à Moirans (38).
- Lyon, Le Puy-en-Velay, Civrieux, Saint-Germain-Laval, Salvizinet : collections traitées à la demande de Violaine Pillard, restauratrice à Lyon.
- Bouchet, La Roche-sur-Grane : collections traitées à la demande de l'atelier Jouve-Malfatto, restauratrices à Valence (26).
- Le Pègue : collection traitée à la demande de Benoit Lafay, restaurateur à La Bégude-de-Mazenc (26).
- Aix-en-Provence : collection traitée à la demande de l'atelier Philippe Hazaël-Massieux, restaurateur mobilier et objets bois à Avignon (84).

CRÈTE

Pains votifs

xx^e siècle

Interlocuteur : Bénédicte Rolland-Villemot, musée des Civilisations de l'Europe et de la Méditerranée

Quatorze pains votifs collectés en Crète au cours d'une mission ethnographique pour le compte du musée ont été consolidés en 2004 par la méthode "Nucléart" (imprégnation de résine styrène polyester radio-polymérisée). De très légères interventions de restauration (recollage essentiellement) ont été effectuées en 2005, avant leur restitution.



LE SÉCHAGE CONTRÔLÉ DES BOIS HUMIDES OU GORGÉS D'EAU APPLIQUÉ À UNE STATUE POLYCHROMÉE

La conduite du séchage est une opération délicate. Elle consiste à abaisser le taux d'humidité du bois jusqu'à une valeur compatible avec le milieu de présentation, tout en limitant les déformations des objets. De part sa nature, le bois est un matériau hétérogène, anisotrope et hygroscopique. Le comportement des objets au cours du séchage dépend des propriétés anatomiques comme l'essence ou l'état de dégradation mais, également, de caractéristiques dimensionnelles telles que le volume et la géométrie. Ces spécificités conditionnent donc le processus de séchage et le choix de la technique employée. Le laboratoire ARC-Nucléart met en œuvre deux techniques : la lyophilisation et le séchage contrôlé.

Le premier procédé nécessite des installations spécifiques et suppose la maîtrise de la cryogénie et des techniques du vide. Il débute par une phase de congélation et se poursuit par une étape de sublimation sous vide de la glace. Cette technique est bien adaptée aux bois dégradés et évite l'effondrement cellulaire.

La seconde technique, le séchage contrôlé, consiste à placer l'objet dans un environnement climatisé dans lequel la température et l'humidité relative de l'air sont contrôlées. Cette technique est généralement utilisée pour les bois peu dégradés ou les objets de grandes dimensions.

Dans le cadre du séchage de la *Vierge à l'Enfant* des Hautes-Duyes, ARC-Nucléart a préconisé, en accord avec le responsable scientifique de la statue, un séchage contrôlé. Ce choix a été motivé, d'une part, par la fragilité de la couche polychrome encore en place, qui n'aurait pas supporté un séchage sous vide et, d'autre part, par le faible état de dégradation du bois qui ne remettrait pas en cause la tenue mécanique de l'objet. En outre, la table de séchage utilisée pour cette statue a été établie sur la base des travaux de recherches antérieurs menés au laboratoire sur le bois peu dégradé.

Un suivi spécifique, entièrement automatisé, a été mis en place grâce aux équipements du laboratoire. Il est fondé sur deux procédés de mesure : la méthode dite "par pesée", assure un suivi continu de la perte de masse. Le second procédé, complémentaire, ou "méthode électrique", permet de mesurer le taux d'humidité du bois par résistivité grâce à deux paires d'électrodes implantées dans le bois à différentes profondeurs.

Le suivi du séchage permet donc d'adapter le taux d'humidité de l'air en fonction du gradient d'humidité de la statue. La circulation de l'eau dans l'objet est ainsi contrôlée par un abaissement progressif de l'humidité relative de l'air ambiant. Un tel séchage réalisé à température constante nécessite plusieurs mois.



Statue avant et après dégradation.



État de la statue à son arrivée à l'atelier.



Fixages provisoires.



Suivi par Didier Bouix du séchage contrôlé dans une enceinte climatique.

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

Statue : *Vierge à l'Enfant*

XVIII^e siècle (?)

Interlocuteur : Jacqueline Ursch, archives départementales des Alpes-de-Haute-Provence

Que de vicissitudes et de malchance pour cette *Vierge à l'Enfant* qui semble désignée par le sort ! Cette statue a, en effet, été volée à la commune des Hautes-Duyes, il y a plus d'un an. Retrouvée dans le cimetière de Barras, un village voisin, elle fut placée en dépôt provisoire dans l'église paroissiale de ce dernier en attendant la fin des travaux entrepris aux Hautes-Duyes. Là, elle fut de nouveau volée, puis jetée dans le canal de la Durance. C'est lors d'une opération de dragage qu'elle a été retrouvée, puis confiée à la gendarmerie qui l'a conservée en eau jusqu'à ce que la conservation des Antiquités et Objets d'Art la prenne en dépôt aux archives départementales des Alpes-de-Haute-Provence.

Face à la dégradation d'une cinétique inquiétante, notre atelier a été saisi d'une demande de stabilisation de cette sculpture atypique, en bois semi-humide et polychromé. L'abandon, puis le confinement dans un plastique dans une pièce sombre, a encouragé une contamination biologique multiple. Afin d'en connaître la nature exacte, des prélèvements ont été effectués pour analyses. Une irradiation de la sculpture par rayonnement gamma a ensuite permis de l'enrayer.

L'immersion des matériaux constitutifs de la polychromie, extrêmement sensibles à l'eau comme la colle de peau, les composés argileux ou à base de carbonate de calcium, a conduit à des pertes irréversibles et irrémédiables de plus de 70% de la couche polychrome. La sculpture est, de surcroît, recouverte des sédiments limoneux contenus dans le canal qui ternissent les quelques restes maintenus en place.

Avant transport à l'atelier, des fixages provisoires ont été menés sur place au moyen de papiers japonais imprégnés d'un adhésif assez souple pour accompagner le séchage du bois et en solution dans l'éthanol pour évaporer l'eau en surface et permettre l'accroche de l'adhésif également soluble dans l'eau.

La statue est actuellement en cours de stabilisation par séchage contrôlé dans une enceinte climatique. Restera à définir, dans un second temps, avec le concours des autorités responsables, un niveau d'intervention satisfaisant la déontologie professionnelle, la conservation de son histoire ainsi que la lisibilité d'une œuvre qui sera, à l'avenir, présentée dans le musée d'Art sacré de la ville de Digne-les-Bains.

DUNKERQUE (Nord)

Figure de proue de la goélette *Martha*

Fin du XIX^e siècle

Interlocuteur : Marie-Laure Griffaton, musée portuaire, Dunkerque

La figure de proue de la goélette de pêche *Martha*, de l'armement Vancauwenberghe-Lemaire, conservée au musée portuaire de Dunkerque, a été confiée à l'atelier pour d'importantes opérations de conservation et de restauration en vue d'une exposition au printemps 2006. Cette sculpture est un témoin historique et documentaire particulièrement intéressant du point de vue de la connaissance de l'histoire maritime et des grandes familles d'armateurs.

Achevée en 1877, cette goélette destinée à la pêche à la morue en Islande a participé à trente-quatre campagnes avant qu'un décret d'innavigabilité ne soit émis en 1910. Le navire a alors été vendu en Islande, à l'exception du matériel utile, du gréement et des produits de la pêche.

La figure de proue ne figure pas clairement sur l'inventaire, mais il est fort probable qu'elle soit revenue à son port d'attache à ce moment là. Elle a ensuite été exposée en extérieur dans la propriété de l'armateur jusqu'à ce que sa famille, consciente de son intérêt et des dégradations qui prenaient une ampleur inquiétante, en fasse don au musée portuaire.

Durant son séjour à terre, en extérieur, le lessivage par les eaux de pluie, l'érosion éolienne, les incessantes variations thermo-hygrométriques, les cycles répétés humidité/séchage, les infestations biologiques (champignons et insectes xylophages), ainsi que les multiples interventions de réparations artisanales (repeints, clous, mousse de polyuréthane expansée injectée dans les manques, etc.) ont très vite eu raison de la cohésion du bois.

Le séchage, contrôlé au mieux, s'est effectué après la dépose de la sculpture dans les réserves du musée. C'est en novembre 2005 que la figure de proue a rejoint notre atelier pour une restauration de longue haleine. Après une désinfection par exposition au rayonnement gamma, la sculpture en est à un stade de dérestauration : tous les éléments exogènes sont en cours d'élimination en vue d'une imprégnation du bois à cœur par de la résine styrène polyester radio-polymérisée (méthode "Nucléart"). Suivront, ensuite, les interventions de remontage, de restauration et de mise en valeur pour la présentation au public.



La figure de proue en cours de dégagement par Sophie Champdavoine, avant consolidation du bois.



COLLECTIONS DIVERSES

Plus de 300 objets (soit environ 50m³) ont été désinsectisés ou désinfectés par rayonnement gamma en 2005, parmi lesquels des collections ethnographiques, archéologiques, statuaire, mobiliers et cadres provenant de divers musées (réserves des musées des Pays de l'Ain, musée Hébert à La Tronche, CAAC Genève, musée d'Art contemporain de Lyon, musées des Techniques et Cultures comtoises, musée portuaire de Dunkerque, maison de la Noix de Vinay), → suite page 56

CONCOURS POUR LA SAUVEGARDE DES BIENS CULTURELS DES COMMUNES DE FRANCE

Organisé par le CEA 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 en bois ou en cuir, appartenant aux communes françaises.



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

Le *Christ en croix* de Chambors (Oise).

RESTAURATION DES ŒUVRES PRIMÉES DANS LE CADRE DU CONCOURS 2004

Les travaux de conservation et de restauration, offerts par le CEA aux communes lauréates, ont été réalisés au cours du premier semestre 2005.

Les cinq œuvres primées ont ensuite été restituées à leurs propriétaires.

BEAUVOIR-EN-ROYANS (Isère)

Vierge à l'Enfant

Fin du XVIII^e siècle

Conservée au musée de Beauvoir-en-Royans où sont exposées les œuvres et objets emblématiques de l'histoire du village, la statue présentait des dégradations typiques des deux facteurs d'altération les plus courants : une attaque d'insectes xylophages active associée à des variations thermo-hygrométriques amples et répétées qui ont conduit à des soulèvements et des pertes de polychromie, notamment au niveau des carnations et au sommet des plis des vêtements.

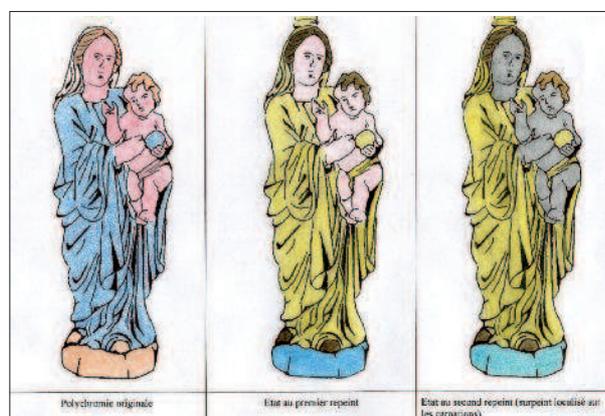
Lors de la prise en charge de cette sculpture, la polychromie présentait des défauts importants d'accroche qu'il était impératif de réduire avant d'envisager le transport de la pièce : ainsi, des carrés de papier japonais provisoires, imprégnés de Klucel G, ont été appliqués sur les zones les plus soulevées.

Dès son arrivée à ARC-Nucléart, la sculpture a fait l'objet d'un traitement curatif de désinsectisation sous rayonnement gamma. Le fixage a ensuite été complété en atelier avec une résine acrylique.

L'observation *de visu* des lacunes, suivie d'un examen stratigraphique sous loupe binoculaire, a mis en évidence l'existence de couches de polychromie sous-jacentes plus anciennes. La sculpture avait reçu, en plus de sa polychromie originale, un repeint intégral, puis un surpeint localisé sur les carnations de la Vierge et de l'Enfant.

Dans son état initial, la Vierge était revêtue d'un manteau bleu clair et d'un voile blanc. Les chevelures et les tracés du visage, ainsi que la terrasse, étaient bruns. Le bleu du manteau se retrouvait sur le globe terrestre porté par l'Enfant. Les carnations étaient légèrement rosées, les pommettes d'un rose plus soutenu et les lèvres rouges.

C'est lors du premier repeint que l'aspect de la sculpture a le plus changé: une couronne a été rajoutée ainsi qu'un voile de pudeur sur le sexe de l'Enfant. L'ensemble de la polychromie du vêtement et des carnations était telle que nous pouvons encore l'observer. Enfin, lors d'une dernière intervention, les carnations avaient été badigeonnées de gris ou, plus certainement, d'un blanc à base de plomb qui se serait altéré. Le vernis posé sur la terrasse avait fortement jauni depuis son application.



Les différents niveaux de polychromie repérés sur la statue. Dessins de Sophie Champdavoine.



La statue de la Vierge en cours de restauration.

Après concertation, le parti a été pris de ne dégager que le surpeint gris inesthétique car, supprimer la totalité des repeints (et les pièces rajoutées) aurait conduit à une modification très significative de l'aspect général de la sculpture dorée, ainsi qu'à la perte d'une partie de l'histoire de l'œuvre. Le vernis oxydé sur la terrasse a, quant à lui, été éliminé.

Dans le but de rendre lisible et cohérente l'œuvre ainsi dégagée mais toujours lacunaire, les zones de manques du premier repeint ont été mastiquées et retouchées au moyen d'aquarelles. Enfin, en vue de limiter le ré-empoussièrement et de protéger les retouches, une couche de cire microcristalline, très peu électrostatique, a été appliquée par pulvérisation.

CHAMBORS (Oise)

Christ en croix
xvi^e siècle

La restauration de ce *Christ en croix* a très certainement été, pour le domaine des bois secs, l'événement le plus spectaculaire de l'année 2005.

La commune de Chambors a proposé, aux débuts des travaux de rénovation de l'église paroissiale, la sauvegarde d'un christ en bois polychromé retrouvé dans la sacristie.

La sculpture était en proie à une attaque active d'insectes, ayant provoqué des manques de matière particulièrement préoccupants aux extrémités, mains et pieds, où résidait l'essentiel de la fixation de la sculpture à la croix. Des fils métalliques avaient d'ailleurs été rajoutés pour maintenir cet assemblage très précaire.

La lecture des volumes de cette sculpture était nettement amoindrie par des repeints épais. Le dernier observable, en surface, était très grossier, débordant et recouvert d'un vernis jauni appliqué, de surcroît, de manière très hétérogène.

Dès son arrivée à l'atelier, la sculpture a fait l'objet d'un traitement curatif de désinsectisation sous rayonnement gamma pour enrayer toute contamination biologique.

L'observation *de visu* des lacunes, suivie d'un examen stratigraphique sous loupe binoculaire, a révélé l'existence de couches sous-jacentes plus anciennes. Ainsi, l'étude préalable a mis en évidence l'existence d'une couche originale sous deux repeints nettement moins anciens. Cette couche, particulièrement intéressante du point de vue de l'histoire des techniques anciennes de polychromie, était conservée en quantité suffisante pour motiver un dégagement de polychromie.

Cette opération a donc été entreprise, en accord avec les autorités responsables de l'œuvre. Mi-mécanique et mi-chimique, le dégagement des repeints a permis de rendre à cette œuvre l'élégance et la finesse de ses volumes, et de restituer en grande partie son aspect originel.



Le christ à mi-dégagement des deux repeints.



C'est en définitive la croix quadrilobée qui a livré ses secrets les plus enthousiasmants. En effet, sous deux repeints épais, marron puis noir, a été mise au jour une polychromie très riche associant des alternances de couleurs à des décors peints, dans les quadrilobes exclusivement, représentant les quatre évangélistes sous leur forme apocalyptique (l'ange de saint Mathieu, le lion de saint Marc, le taureau de saint Luc et l'aigle de saint Jean).

Quelques consolidations ponctuelles ont été nécessaires pour renforcer la tenue mécanique des mains et des pieds du Christ. La fixation de l'ensemble a été reprise par chevillage de bois. Les interventions de comblement ont été volontairement envisagées de manière minimaliste, tout comme les retouches menées avec parcimonie à l'aquarelle par petits points ou par un très léger *trattegio*.

Cette sculpture devrait regagner rapidement l'église de Chambors lorsque les travaux sur le bâtiment seront terminés.



Le lion de Saint Marc sur l'extrémité droite de la croix.

FRÉNOIS (Côte-d'Or)

Saint Jacques, sculpture de procession
XVII^e siècle

L'ensemble est composé d'une statuette en bois, fixée sur un reposoir orné de deux bougeoirs et emmanché pour être promené en procession.

La sculpture représente saint Jacques le Majeur pourvu de ses attributs les plus courants : le costume de pèlerin, la coquille et le bourdon. Il est vêtu d'un long manteau doré, doté d'un large collet noir agrémenté de coquilles argentées et de liserés dorés. Le personnage est également coiffé d'un large chapeau, sur lequel on retrouve, de nouveau, le coquillage. De sa main droite, il tient le bourdon (bâton de marche terminé par une boule) tandis que sa main senestre présente la bible.

En très grande partie, les dégradations sont imputables à deux facteurs courants d'altération : les chocs thermiques et hygrométriques ainsi que les attaques d'insectes xylophages à répétition, conduisant ainsi à des défauts préoccupants de cohésion du bois menant à des fractures et des pertes de matière (bois et polychromie).

L'observation *de visu* des lacunes, suivie d'un examen stratigraphique sous loupe binoculaire, a mis en évidence l'existence d'une polychromie originale plus ancienne que celle actuellement visible. Cette investigation a également révélé que les bougeoirs et le manche du reposoir ne sont pas d'origine et qu'ils ont été rapportés lors du repeint de l'ensemble, comme l'indiquent les correspondances entre les couleurs.

Initialement, le personnage était vêtu d'un manteau rouge foncé au col noir liseré de filets d'or. Les coquilles, y compris celle du chapeau noir (cerné d'or), étaient dorées. Le bâton de pèlerin était recouvert d'un





La sculpture avant tout traitement.



Fixage provisoire des écailles de peinture soulevées.



bleu granuleux mêlé de quelques pigments noirs grossiers. Les carnations étaient douces, d'un rose saumoné de nature huileuse. La bouche rosée apparaît sous les lacunes du rouge actuel. Les cheveux, la barbe et le tracé des yeux étaient marrons, la tranche du livre dorée et la couverture noire, sur laquelle quelques traces métalliques argentées ont été décelées.

La sculpture nécessitait un fixage provisoire en vue du transport vers l'atelier de restauration : des carrés de papier Japon imprégnés de Klucel G dilué dans de l'éthanol ont été appliqués sur toutes les zones de polychromie très soulevées. Ces papiers ont, ensuite, été ôtés à l'eau tiède en vérifiant que l'adhésif avait été incorporé en quantité suffisante pour maintenir les écailles. Lorsque ce n'était pas le cas, nous les avons ré-appliqué au pinceau, localement, au moyen de Paraloid B 72 à 10% dans l'acétate d'éthyle.

Dès son arrivée à l'atelier, la sculpture a fait l'objet d'un traitement curatif de désinsectisation sous rayonnement gamma pour enrayer une attaque active d'insectes xylophages. Puis, le dépoussiérage a été mené avec des brosses très douces sous micro-aspiration. Le nettoyage de surface s'est effectué à la salive au moyen de petits cotons enroulés sur un bâtonnet.

Les attaques successives d'insectes xylophages avaient occasionné des pertes de matières, notamment à l'extrémité du bourdon, et un affaiblissement, par endroits, des qualités mécaniques du bois (bougéoir et terrasse notamment) mais l'état de dégradation ne nécessitait pas une intervention drastique. C'est pourquoi nous avons opté pour l'emploi d'une résine acrylique particulièrement bien connue et étudiée dans le domaine de la conservation restauration : le Paraloid B. Ce produit se décline en gamme (B44, 67, 72...) suivant ses qualités techniques. Après analyses des nécessités optiques, chimiques et mécaniques, nous avons retenu le Paraloid B 67 pour sa souplesse, son bon comportement au vieillissement, sa bonne résistance aux UV ainsi que pour sa matité en pourcentage inférieur à 15%. Le consolidant a été appliqué soit à la seringue, soit par badigeon jusqu'à refus, suivant les zones à traiter, en solution à 10% dans le white-spirit, dont la vitesse d'évaporation moyenne permet une imprégnation lente et efficace. Ce même solvant a été employé pour effectuer le nettoyage définitif des salissures et des excédents d'adhésif.

Le bougéoir affaibli par l'attaque d'insectes et rompu par contrainte mécanique a été remonté par tenonnage au moyen d'une tige de bambou souple et collage au Paraloid B 72 à 40% dans l'acétate d'éthyle. La sculpture a été fichée à nouveau sur son reposoir et un petit joint de colle en assure le bon maintien.

L'étude de polychromie a révélé que deux niveaux de polychromie relativement lacunaires coexistaient, donnant un aspect de surface très perturbé. La polychromie originale était, certes, intéressante et

raffinée, mais apparaissait comme trop lacunaire pour motiver un dégageant. L'étude a montré aussi que, mis à part le bas du manteau redoré, les tonalités des deux niveaux sont très proches. En conséquence, nous nous sommes interrogés sur le niveau nécessaire d'intervention, de manière à conserver une bonne compréhension de l'œuvre.

Après concertation et prise en compte de tous les aspects de l'œuvre, historique, esthétique, socio-culturel et religieux, nous avons opté pour un masticage de toutes les lacunes du premier repeint, en vue d'une remise à niveau. De ce fait, les retouches ont été menées de manière illusionniste, au moyen de produits réversibles uniquement (acryliques, aquarelles et pigments minéraux). Afin de limiter le ré-empoussièrment et de protéger les retouches, une couche de cire microcristalline, très peu électrostatique, a été appliquée par pulvérisation.

LOCHES (Indre-et-Loire)

Vierge à l'Enfant
XIV^e siècle

Appelée aussi *Vierge des Bouchers*, cette statue en bois est très certainement un témoin ancien de l'existence d'un lieu de culte patronal lié à la profession et/ou au quartier dans lequel il était installé.

Elle portait les stigmates d'attaques biologiques anciennes, répétées et encore actives, qui ont conduit à des manques de matière tels que la sculpture versait vers l'arrière de manière inquiétante. De prime abords masqués par d'épaisses couches de cires teintées, les masticages anciens ainsi que les restes de polychromie étaient parfois imperceptibles.

Un traitement de désinsectisation par irradiation gamma a été pratiqué sur la sculpture, dès son arrivée à l'atelier, pour éradiquer toute contamination.

Les films de cires vieilles et oxydées prennent progressivement un caractère chimique covalent (réseau chimique très stable) qu'il devient difficile de rompre et qui sont néfastes pour la couche polychrome. Après une série de tests de solubilisation, nous avons opté pour une élimination chimique par compresses solvatées.

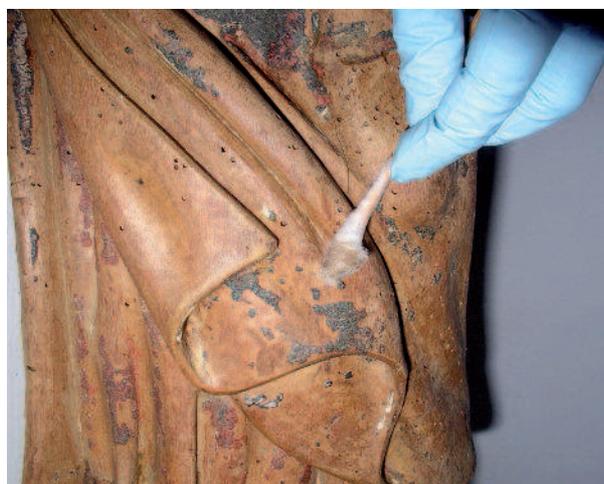
Les comblements anciens, grossiers et très durs, ont été ramollis par les compresses de méthyl-2 pyrolidone, puis éliminés mécaniquement au scalpel.

Après élimination de ces interventions anciennes, une consolidation localisée du bois s'est révélée essentielle. L'état de dégradation du bois ne nécessitait pas pour autant une intervention lourde. C'est pourquoi nous avons opté pour l'emploi d'une résine acrylique en solution, appliquée au pinceau.

Les lacunes ainsi mises au jour provoquaient des perturbations inesthétiques de la lecture des volumes qui nous ont conduit à les combler de nouveau. Le parti a été



Le Saint Jacques de Frénois dans son conditionnement de transport.



La Vierge à l'Enfant de Loches en cours de nettoyage.



Retouches finales sur la Vierge de Loches par Sophie Champdavoine.

pris de réaliser des bouchages très légèrement en retrait et d'une texture facilement décelable. Ainsi, nous avons employé, comme charge, des sciures de bois tamisées et lavées (de manière à éliminer les tanins responsables d'auréoles), de granulométrie variable dans un adhésif souple, le Plextol® B 500 : la plus grossière pour garnir le fond des aspérités, puis la plus fine afin d'obtenir un état de surface homogène.

Les pertes de matière au niveau de la base avaient rendu la sculpture très instable. Afin de lui restituer son aplomb, il était nécessaire de réaliser une semelle compensatrice. Celle-ci a été obtenue par prise d'empreinte au moyen d'un produit bi-composant de la famille des Araldite®. Une interface réversible composée d'un adhésif souple (Plextol® B 500) et de sciure, comblant les aspérités du bois a, au préalable, été mise en œuvre de manière à garantir l'innocuité et la parfaite réversibilité de cette semelle.

Les comblements ainsi que les bords de lacune ont été retouchés à l'aquarelle. Afin de limiter l'empoussièrement et de protéger les retouches, une couche de cire microcristalline, très peu électrostatique, a été appliquée par pulvérisation.

NOLAY (Côte-d'Or)

Jacquot et Jacquotte, jacquemarts
Début du xx^e siècle

Le jury du concours avait également primé *Jacquot* et *Jacquotte*, deux jacquemarts sonnant les cloches du campanile de l'église Saint-Martin de Nolay. Ces deux statues, exécutées en 1935, sont en fait les copies en bois peint des deux anciens automates datés du xvii^e siècle détruits, en très grande partie, dans un incendie.

Bien que ces sculptures ne soient pas très anciennes, elles avaient subi les outrages du temps et des intempéries. Ainsi, le bois présentait de larges fentes de dessiccation et se clivait en de nombreux endroits ; la peinture était très soulevée, souillée de déjections et profondément griffée par les ergots des pigeons du voisinage.

L'exposition, en extérieur, des bois peints associés à des éléments métalliques largement corrodés est un facteur de dégradation d'une cinétique exponentielle. L'enjeu de cette restauration était donc de faire coexister deux principes essentiels pour cet ensemble : la conservation et le maintien en fonction.

Dans un premier temps, il était nécessaire de renforcer efficacement les qualités mécaniques du bois. Les sculptures ont donc été désassemblées de leur mécanisme, nettoyées (après fixage de la polychromie), puis imprégnées à cœur de résine styrène polyester radio-polymérisée par exposition au rayonnement gamma (méthode "Nucléart").



LES JACQUEMARTS DE NOLAY

Un jacquemart est aussi bien l'ensemble des automates d'une horloge que chacun d'eux. Ces personnages plus ou moins grands, en fer, en cuivre ou en bois, souvent très pittoresques, frappent les cloches toutes les heures, les demi-heures ou les quarts d'heure. En France, il reste une vingtaine d'horloges à automates sonneurs encore en fonction. Le département de la Côte-d'Or est le plus riche avec quatre jacquemarts situés à Dijon, Montbard, Seurre et Nolay.

Les jacquemarts de Nolay, un couple en bois polychromé, sonnent les heures depuis plus de 400 ans. Fabriqués au début du XVI^e siècle, ils ont été installés une première fois au fronton de l'église Saint-Martin. Après l'effondrement du clocher et des voûtes, ils retrouvent leur place sur l'église reconstruite en 1643, dans un campanile à deux étages, couvert d'un dôme en plomb surmonté d'une boule dorée. Le 15 juin 1934, lors de l'incendie du clocher, les deux personnages restent accrochés aux tiges du mécanisme, *Jacquot*, brûlé sur toute la moitié avant du corps, perd ses pieds et *Jacquotte* est fortement endommagée à la suite d'une chute. Ils sont remplacés, en 1935, par deux autres statuettes, sculptées à l'identique, qui seront, en 1972, remises en état par un artisan de Nolay, Paul Grognet. Les vestiges des sculptures originales sont, quant à eux, conservés au musée de Nolay.

Lauréats du concours organisé en 2004 par le CEA et l'association des Maires de France, les deux jacquemarts, consolidés et restaurés par ARC-Nucléart, ont repris leur place, tout pimpants, dans le campanile de l'église le 25 juin 2005, au cours d'une cérémonie organisée dans le cadre de la Biennale de sculpture de Nolay, en présence d'une foule nombreuse de visiteurs et d'habitants de la commune, ravis de retrouver leurs petits compagnons de toujours.

Robert Lorges

Adjoint au maire de Nolay chargé du Patrimoine

Les éléments métalliques ont été débarrassés des résidus de corrosion, passivés, puis protégés par plusieurs couches de peinture anticorrosion.

Les nombreuses fentes et gerçures du bois perturbant considérablement l'aspect de surface ont été comblées à niveau pour que, une fois les retouches effectuées, l'on retrouve l'aspect initial des objets. Les comblements ont été réalisés au moyen d'une Araldite bi-composante, seule capable, dans la gamme des produits employés en restauration, de supporter le climat extérieur. Les retouches ont, quant à elles, été menées au moyen d'une peinture glycérophtalique neutre teintée dans la masse avec des pigments. Ainsi, nous avons pu aisément obtenir une plus grande gamme de tonalités et retoucher ces comblements de manière illusionniste.

Après examen des qualités techniques de nombreux vernis protecteurs et prise en compte des impératifs liés à une exposition en extérieur, notre choix s'est porté sur un vernis polyuréthane pulvérisé en couches successives afin de garantir une application homogène et fiable.



Les deux jacquemarts avant traitement.



Les deux statues dans la chambre d'irradiation.



Pulvérisation d'un vernis protecteur sur *Jacquot*.

LAURÉATS DU CONCOURS 2005

En 2005, pour la quatrième édition du concours, trente-deux communes de toutes les régions de France ont présenté la candidature de trente-quatre œuvres en bois et/ou en cuir. Trente-et-un objets relevaient du patrimoine religieux (statuaire, tableaux, mobilier ou objets de culte), deux du patrimoine artisanal ou industriel et un se rattachait au domaine archéologique. Quatre objets n'entrant pas dans les compétences de l'atelier ARC-Nucléart ont été déclarés hors concours.

Réuni le 13 octobre 2005, le jury a désigné quatre lauréats qui ont été récompensés le 30 janvier 2006, dans les locaux d'ARC-Nucléart sur le site du CEA-Grenoble, au cours d'une cérémonie de présentation des œuvres primées, suivie d'une visite des installations et des ateliers. Il s'agit de :

LA CLAYETTE (Saône-et-Loire) pour un maître-autel du XVIII^e siècle,

PINSOT (Isère) pour une roue hydraulique de la fin du XIX^e ou du début du XX^e siècle,

PONSONNAS (Isère) pour un tabernacle du XVIII^e siècle,

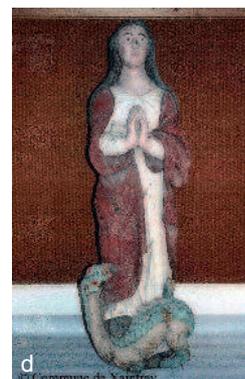
XAINTRAY (Deux-Sèvres) pour une statue de sainte Marthe du XVI^e siècle (?).

Ces quatre œuvres seront restaurées au cours de l'année 2006.



Les quatre objets sélectionnés en 2005 :

- a. Le maître-autel de La Clayette.
- b. La roue hydraulique de Pinsot.
- c. Le tabernacle de Ponsonnas (détail).
- d. La statue de Sainte Marthe de Xaintray.



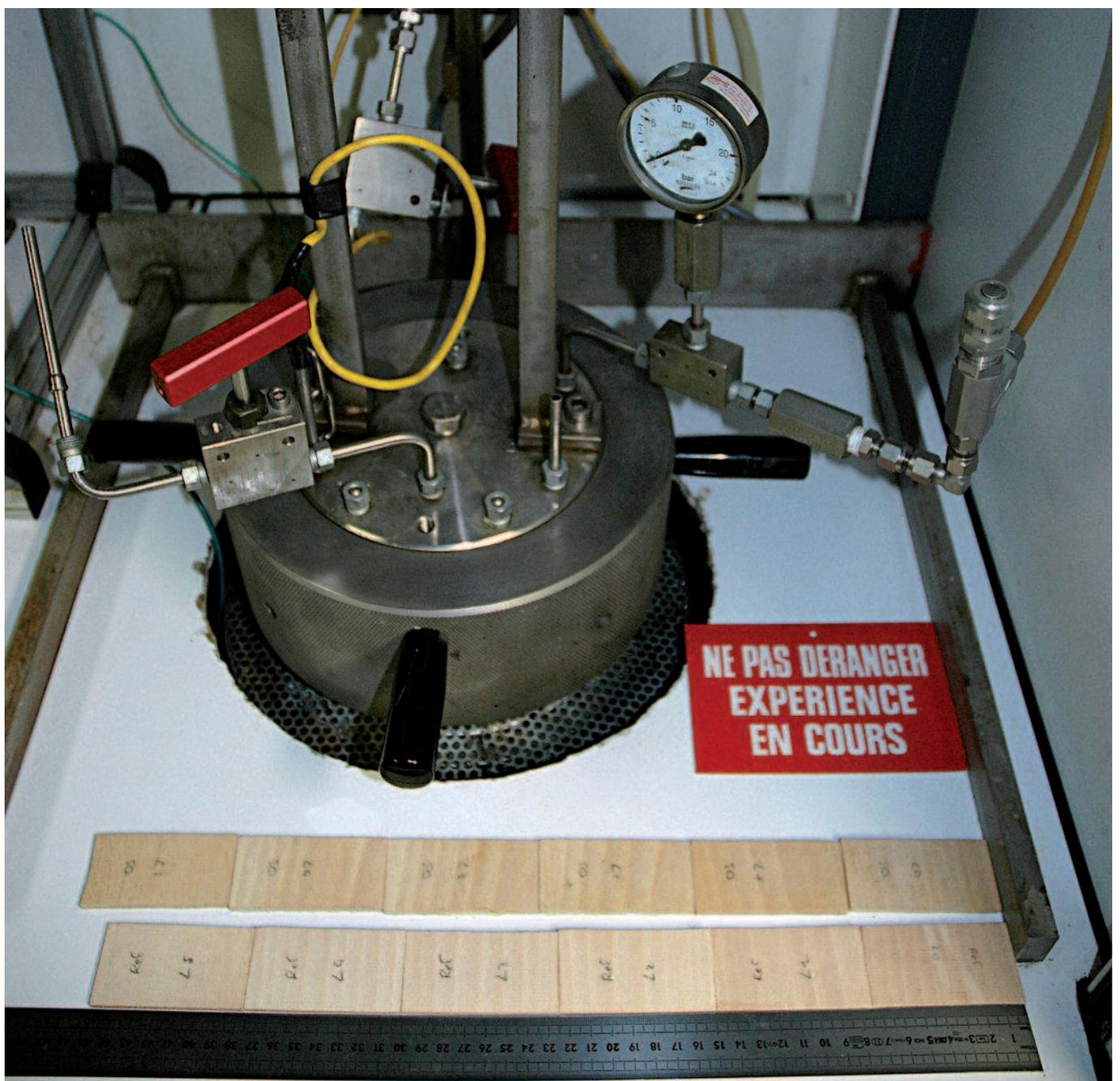
suite de la page 47 ↘

mais aussi du mobilier, de la statuaire ou des objets divers pour le compte d'une vingtaine de clients indépendants, ébénistes, restaurateurs et particuliers ou encore associations ou collectivités locales, le plus souvent de la région Rhône-Alpes.

Plus de 50 statues en bois sec ont été traitées cette année, ce qui représente une augmentation notable par rapport aux années précédentes. Cette augmentation est bien sûr à relier à la nouvelle offre de restauration de bois sec proposée par ARC-Nucléart et à sa promotion par le concours CEA/AMF, mais elle est d'autant plus remarquable qu'elle est aussi à mettre au bénéfice des nombreux restaurateurs en bois secs de la région. On note d'ailleurs à côté des anciens clients "historiques" d'ARC-Nucléart, une nouvelle génération de restaurateurs qui nous font confiance.

Une banquette de style XVIII^e siècle en provenance du musée des Tapisseries d'Aix-en-Provence via un restaurateur d'Avignon, et deux chaises confiées par un restaurateur belge ont été consolidées par la méthode "Nucléart".

RECHERCHE ET VALORISATION



RECHERCHE POUR LA CONSERVATION DU PATRIMOINE

RECHERCHE DE PROCÉDÉS DE DÉSULFURISATION DE BOIS ARCHÉOLOGIQUE AVANT TRAITEMENT DE CONSERVATION

PROJET DE RECHERCHE EN PARTENARIAT AVEC L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ÉLECTROCHIMIE ET D'ÉLECTROMÉTALLURGIE DE GRENOBLE (ENSEEG-INPG)



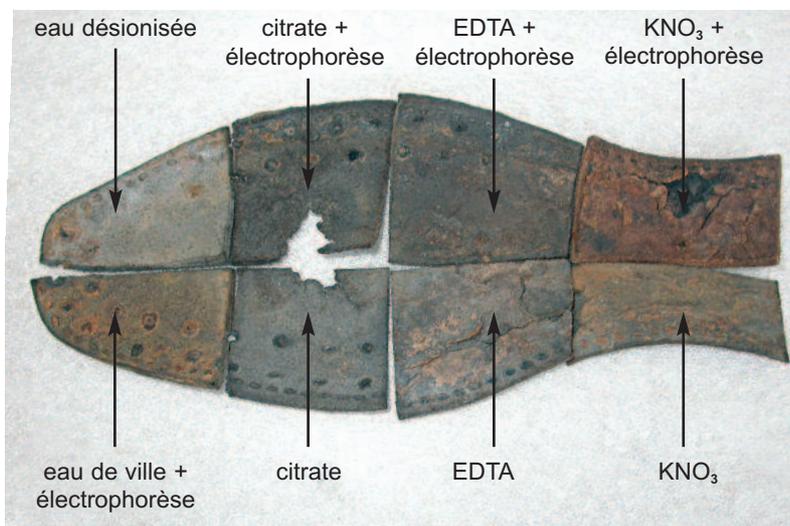
Mise en œuvre d'un traitement par électrophorèse.



L'électrophorèse est une technique électrochimique qui consiste à soumettre l'objet archéologique, contenant des produits de corrosion du fer ou des composés soufrés, à un champ électrique généré par deux électrodes immergées, au sein d'une solution électrolytique constituée d'eau et de sels conducteurs. Sous l'action du champ électrique, les ions dissociés provenant du matériau archéologique vont migrer vers l'anode (+) pour les anions sulfures ou sulfates, et vers la cathode (-) pour les cations fer et protons.

Les études en 2005 se sont poursuivies avec des échantillons de bois archéologique dégradé contenant des quantités connues de sulfure de fer pyrite, et avec différents types d'électrolytes contenant des sels conducteurs tels que le citrate de tri-ammonium, le nitrate de potassium et l'éthylène diamine tétra-acétique (EDTA). Les durées d'extraction par électrophorèse sous une tension de 2 volts sont toutes de l'ordre d'une centaine d'heures, avec des rendements d'extraction équivalents. Toutefois, les meilleurs résultats d'extraction des sulfates ont été obtenus avec le citrate de triammonium à une température de 45°C. Dans tous les cas, la présence d'un sel support type nitrate de potassium KNO_3 est indispensable, permettant une extraction plus rapide et le passage d'un courant plus fort.

Certains objets en cuir issus du milieu marin et imprégnés d'oxydes de fer se révèlent cassants et pulvérulents après traitement. Face à ce problème de conservation à long terme pour ces cuirs, le plus souvent très dégradés et très sensibles à l'humidité relative, nous avons souhaité explorer deux axes de recherche, l'un s'orientant vers la création d'une résine de renfort moins sensible à l'humidité relative, pouvant faire une meilleure barrière protectrice (note technique réf. 05-290/GC/NB), l'autre sur les méthodes d'élimination d'un des principaux facteurs de dégradation ultérieure, les oxydes de fer. Des tests comparatifs de nettoyages chimiques couplés ou non à une électrophorèse ont été réalisés sur une semelle de cuir du XVIII^e siècle présentant des taches d'oxydes de fer et découpée en plusieurs fragments. Deux complexants (EDTA et citrate de diammonium à 2%) ont été testés. Les électrophorèses ont été effectuées à une tension de 10V pendant huit à dix jours. Des prélèvements ont été réalisés chaque jour



Les fragments de cuir après imprégnation et lyophilisation.

afin de connaître la quantité d'ions fer extraite. Puis les fragments de la semelle ont subi un traitement de consolidation de PEG 400 à 30 % et un séchage par lyophilisation. Il s'avère que :

- l'utilisation d'un agent complexant et/ou un sel conducteur semble indispensable au regard des résultats obtenus en eau de ville seule ;
- le citrate de diammonium est plus efficace en terme de quantité d'ions fer extraits que l'EDTA ;
- et que le nitrate de potassium augmente la vitesse de l'extraction.

Les valeurs pour l'EDTA avec et sans électrophorèse sont assez proches. Cependant, dans le cas du citrate de diammonium, l'électrophorèse semble nettement améliorer l'extraction. Outre l'aspect purement quantitatif de l'extraction des ions fer, nous nous sommes également intéressés au rendu esthétique et à la souplesse des cuirs après traitement : il apparaît que l'EDTA est plus adapté au cuir peu taché et que le citrate de diammonium, avec ou sans électrophorèse, s'adapte mieux aux cuirs très oxydés mais encore solides.

Un autre procédé totalement différent, utilisant des gels appliqués à la surface du bois (méthode d'extraction par cataplasme), a aussi été testé en 2005. Le gel à base d'un dérivé cellulosique (hydroxy-méthylcellulose) s'est révélé plus facile à mettre en œuvre que celui avec l'alcool polyvinylique. Différentes teneurs en complexants tels que l'EDTA ou le citrate de triammonium sont introduites dans le gel sélectionné, et les concentrations retenues sont de 1 % en EDTA disodique et de 10 % en citrate de triammonium.

Les premiers essais effectués sur des fragments de bois archéologiques déjà traités (donc à l'état sec) et présentant en surface des efflorescences minérales ont donné des résultats très prometteurs, au bout d'une douzaine d'heures d'application.

En collaboration avec le groupe Diffraction RX en recherche fondamentale au CEA-Grenoble, notre proposition au synchrotron ESRF de Grenoble pour analyse et cartographie du fer et du soufre dans le bois archéologique a été acceptée début 2005. L'imagerie par absorption du rayonnement synchrotron sur les découpes très fines du bois du sep de drisse, réalisée en décembre 2005 sur la ligne ID 21 (responsable : Jean Susini, scientifique : Murielle Salomé) de l'ESRF, a révélé la présence du soufre et des composés soufrés au sein même de la paroi cellulaire du bois.

ÉLABORATION DE NOUVEAUX POLYMÈRES POUR LA CONSERVATION DES MATÉRIAUX ARCHÉOLOGIQUES ORGANIQUES HUMIDES ET ÉTUDE DE LEUR DURABILITÉ

PROJET *CONSERVARCHÉO* DANS LE CADRE DU PNR (2004-2005) DU MINISTÈRE DE LA CULTURE, ASSOCIANT
LE LABORATOIRE DE PHOTOCHEMIE (LPMM) DE L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT-FERRAND,
LE LABORATOIRE D'ÉTUDE ET DE RECHERCHE SUR LE MATÉRIAU BOIS (LERMAB) DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY,
LE LRMH (MINISTÈRE DE LA CULTURE) ET ARC-NUCLÉART

Ce projet PNR s'est achevé à la fin de 2005 avec les principaux résultats suivants :

Les polymères hydrosolubles sélectionnés, autres que les PEG, tels que l'alcool polyvinylique, la polyvinyl-pyrrolidone, et le poly-2-éthyl-2-oxazoline n'ont pas donné de résultats satisfaisants, tant au niveau de la consolidation des bois archéologiques humides (tâche d'ARC-Nucléart), qu'au niveau de l'étude de leur durabilité (tâche du LPMM).

En parallèle, le LERMAB de Nancy a réussi à greffer sur le PEG des groupes antioxydants du type phénol encombré et amine encombrée. L'intérêt de greffer le motif antioxydant sur le polyglycol, plutôt que d'utiliser un mélange, est d'obtenir des produits permettant des traitements en phase aqueuse pouvant diffuser dans le matériau à traiter. L'étude de leurs vieillissements photochimique et thermique a montré que les PEG greffés sont plus stables que les PEG commerciaux, seulement en vieillissement thermique.

Les essais d'imprégnation de bois archéologique très dégradé ont été réalisés avec du PEG de masse 4000 additionné d'un pourcent de PEG greffé d'antioxydant phénolique. Les essais de vieillissement des bois imprégnés sont en cours, et les recherches des trois laboratoires se poursuivent dans l'étude du PEG greffé avec l'amine encombrée, et aussi dans la perspective d'étude d'autres types de polymères tels que les silicones qui sont réputés pour leur durabilité, et les systèmes de polycondensation *in situ* à partir de polyols introduits dans le bois.

ÉTUDE DE LA DIFFUSION DES POLYMÈRES HYDROSOLUBLES POLYÉTHYLÈNE GLYCOLS DANS LA PAROI CELLULAIRE DU BOIS ARCHÉOLOGIQUE PAR SPECTROSCOPIE RMN DU SOLIDE

PROJET CEA/DRT DANS LE CADRE DES ACTIONS COUPLAGE AMONT-AVAL (ACAV)
EN PARTENARIAT AVEC LE SERVICE DE CHIMIE INORGANIQUE ET BIOLOGIQUE DU CEA

L'objectif est de démontrer que le polyéthylène glycol (PEG) de masse moléculaire 4000 diffuse dans la paroi cellulaire du bois archéologique afin de la stabiliser dimensionnellement. Ce projet a été accepté par la DRT en 2005 et se déroulera courant 2006.

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

PROJET DANS LE CADRE DU PNRCC (2005) DU MINISTÈRE DE LA CULTURE,
ASSOCIANT LE CRCDG, LE LADIR ET ARC-NUCLÉART

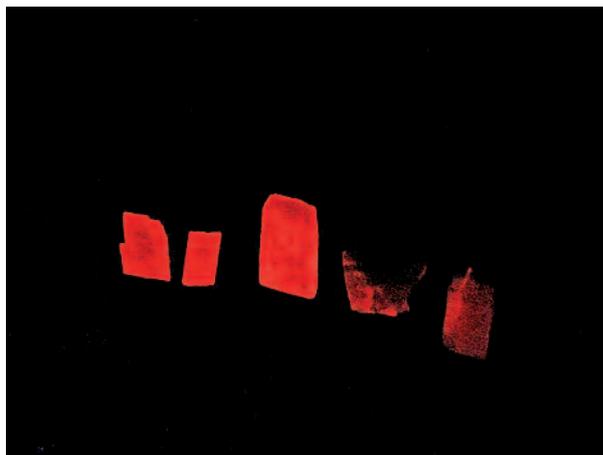
Le thème de recherche sur les cuirs archéologiques présenté en association avec le CRCDG et le LADIR en 2005 en réponse à l'appel à projets du programme national de recherche sur la Connaissance et la Conservation des Matériaux du Patrimoine (PNRCC) a été retenu par la mission de la Recherche et de la Technologie du ministère de la Culture et de la Communication. ARC-Nucléart assurera la coordination de ce projet qui verra en 2006 la mise en place d'un programme ambitieux de caractérisation du cuir archéologique en tant que matériau dégradé (LADIR et CRCDG), puis en 2007 la recherche à ARC-Nucléart de nouvelles méthodes ou de nouveaux protocoles de conservation, en application des résultats de caractérisation.

ÉTUDES DES EFFETS DES RAYONNEMENTS GAMMA SUR LES MATÉRIAUX INTÉRESSANT LES COLLECTIONS D'OBJETS DU PATRIMOINE

De nouvelles études ont été entreprises au cours de l'année 2005 pour améliorer notre connaissance des effets des rayonnements gamma sur les matériaux. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à deux types de matériaux :

Les fibres textiles pour lesquelles nous avons étudié les caractéristiques mécaniques de résistance à la traction en fonction de la dose. Jusqu'à dix fois la dose de référence de désinsectisation, c'est à dire jusqu'à 5 kGy, nous n'avons jamais pu mesurer de dommage induit. Au-delà, et parmi les fils étudiés, le coton s'est montré le plus sensible avec une diminution de la charge maximale d'un peu plus de 12% pour une irradiation à 20 kGy (soit 2 fois la dose préconisée pour une désinfection) contre respectivement 9% pour la laine et 7% pour le lin à cette même dose. Cette diminution devient non significative à moins de 3% pour la soie toujours pour une dose de 20 kGy. Ces études préliminaires, qui confirment la légitimité de l'irradiation des textiles à des doses de désinsectisation, pourraient être complétées par un travail plus approfondi prenant en compte d'autres caractéristiques mécaniques comme l'élasticité et surtout par une recherche de nouvelles conditions opératoires pour l'irradiation, conditions qui pourraient permettre de réduire l'oxydation et donc de moins dégrader les tissus aux doses de désinfection. Des collaborations internationales sont envisagées dans ce domaine avec des pays qui possèdent des irradiateurs de recherche et des collections importantes de tissus menacés par les insectes et les micro-organismes (Tunisie, Pérou).

Les matériaux transparents ou présentant une certaine translucidité pour lesquels nous avons observé dans la plupart des cas une dégradation des qualités de densité optique (transmission de la lumière) dès les doses de désinsectisation. Cette dégradation peut se traduire, selon les cas, par un changement d'aspect et en particulier de couleur. Ainsi, des calcites très transparentes irradiées à forte dose ont tendance à jaunir beaucoup plus que les calcites laiteuses provenant du même gisement et irradiées aux mêmes doses. À des doses un ordre de grandeur au-dessus de celles que nous utilisons dans nos procédés, nous avons aussi noté une dégradation importante des couleurs sur certaines nacres alors que d'autres étaient quasi insensibles aux rayonnements quelle que soit la dose. Ce thème de recherche devrait être approfondi au cours de l'année 2006 pour essayer de tirer des grandes lignes conductrices quant au comportement des matériaux transparents ou semi-transparentes et translucides à des doses de désinsectisation et/ou de désinfection en rayonnement gamma.



Fluorescence rouge sur des calcites irradiées à 100kGy.

MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ DE DÉSINSECTISATION PAR ANOXIE

Jusqu'à présent, le seul procédé de désinsectisation mis en œuvre à ARC-Nucléart est l'irradiation gamma. Ce traitement est réalisé dans une cellule blindée, à la température ambiante, et dure quelques heures. Lorsque l'objet est trop volumineux et ne peut pas entrer dans la cellule d'irradiation, ou si un effet dommageable de l'irradiation gamma est à craindre sur certains matériaux constitutifs de l'objet, il est nécessaire d'appliquer une autre méthode de traitement. C'est en particulier le cas pour des matériaux tels que certains cristaux ou verres souvent associés dans des objets composites à des matériaux organiques attaqués par les insectes. Il a donc été décidé en 2005 de mettre en œuvre à ARC-Nucléart le procédé bien connu qu'est l'anoxie dynamique qui consiste en une désinsectisation par balayage d'un gaz inerte, l'azote.

Après une étude bibliographique, le travail a débuté par un montage expérimental constitué principalement par une poche de traitement de faible volume (70 litres environ), connectée à une arrivée d'azote permettant de régler le débit et l'humidité du courant d'azote, et à un oxymètre relié à un PC, pour déterminer la teneur résiduelle en oxygène (au centième de%) dans la poche de traitement.

Dans cette configuration, avec un débit d'azote de l'ordre de 400 ml/mn et un taux d'humidité en moyenne de 50%, le taux en oxygène initial de 20,41% dans l'enceinte est réduit à la valeur de 0,03% au bout de 2 heures de balayage.

Les tests de désinsectisation ont été ensuite effectués avec des larves de capricorne, insecte xylophage, fournies par le centre technique du Bois de Bordeaux. Avant essai, l'état vivant des larves qui se trouvaient dans de petits prismes de bois de pin (6 x 2,5 x 2,5 cm) a pu être vérifié par radiographie X. Les prismes de pin ont finalement été laissés sous balayage d'azote durant 20 jours, avec des taux d'oxygène résiduel dans la poche de traitement variables dans le temps dont les plus bas descendent jusqu'à 0,01%. Après ce temps de traitement, l'éradication totale des larves, dont les formes sont modifiées par assèchement, a pu être constatée par une deuxième série de radiographie X sur les mêmes prismes de pin.

La désinsectisation par anoxie en cours de développement à ARC-Nucléart sera un procédé complémentaire à l'irradiation gamma. L'anoxie statique, en utilisant seulement des absorbeurs d'oxygène, a été aussi testée. Nos essais se poursuivent notamment pour évaluer le potentiel de l'anoxie dans l'élimination de certains micro-organismes.

RECHERCHE DE NOUVEAUX PROCÉDÉS POUR MAITRISER L'ÉTAT SANITAIRE DES BAINS DE STOCKAGE EN EAU ET DES BAINS DE TRAITEMENT AU POLYÉTHYLÈNE GLYCOL UTILISÉS PAR ARC-NUCLÉART

L'activité d'ARC-Nucléart est en grande partie consacrée à la conservation et à la restauration des objets archéologiques en bois gorgé d'eau provenant de sols humides, représentatifs d'un milieu très pauvre en oxygène. Dans cet environnement particulier, les processus d'altérations biologiques des bois induits par les organismes vivants (insectes, levures, bactéries, moisissures, végétaux, algues) sont pratiquement inexistantes. En revanche, à l'air libre, sortis de leur milieu de conservation, les objets en bois humide peuvent se dégrader, voire disparaître, très rapidement si les populations de ces organismes vivants ne sont pas contrôlées.

Pour éviter ces dégradations, l'atelier met en œuvre depuis de nombreuses années des pratiques qui visent à limiter, et si possible à empêcher, le développement de micro-organismes. ARC-Nucléart utilise, notamment, deux biocides commerciaux à large spectre pour assainir ses bains de traitement au polyéthylène glycol 4000 et ses bains de stockage en eau. Néanmoins, l'apparition de phénomènes de résistance de certaines souches fongiques, les risques pour la santé liés à l'utilisation de ces produits nocifs et le durcissement des normes relatives à l'élimination des produits dangereux nous imposent de rechercher de nouveaux produits biocides.

Par conséquent, ARC-Nucléart associé au laboratoire d'Écologie alpine (université Joseph Fourier, à Grenoble) a réalisé, en 2005, une étude ayant pour principal objectif l'amélioration de la maîtrise des contaminations biologiques dans les milieux humides. De nouvelles formulations de molécules biocides doivent être identifiées. Elles doivent être :

- à large spectre d'activité permettant de traiter simultanément les moisissures, les bactéries, les algues et les levures,
- non nocives et sans risque pour la santé (personnel et public),
- respectueuses de l'environnement (si possible biodégradables).

Les résultats de cette étude ont permis de montrer qu'il existe une alternative aux biocides organo-halogénés et autres composés chimiques toxiques habituellement utilisés. Deux produits répondant à nos exigences, en terme d'efficacité et d'innocuité pour la santé et l'environnement, ont été identifiés. Ces deux formulations sont constituées d'extraits de végétaux :

- un mélange de divers végétaux et de minéraux non toxiques, commercialisé sous l'appellation Bioscreen par la société HBA. D'après les tests de laboratoire, il semble répondre aux exigences en terme d'efficacité, aussi bien envers les moisissures que les bactéries,
- une enzyme (la chitinase) extraite de germes de soja. Cette molécule apparaît comme efficace pour un traitement anti-fongique. Comme ce dernier produit n'est pas encore commercialisé, sa fabrication a été prise en charge par ARC-Nucléart qui a, à la fois, conçu et réalisé une petite unité de production pour les besoins de l'étude.

Des mélanges de biocides conventionnels avec des biocides de type végétal ont également été testés. L'efficacité de ces mélanges met en évidence une synergie forte entre ces différentes formulations, car elle permet de diminuer sensiblement les apports de produits chimiques nocifs utilisés actuellement dans les bains.

Des essais en grandeur nature sur des traitements d'objets sont en cours de réalisation.



Témoin

Bioscreen 20 %

Essais sur souches fongiques : *Aspergillus fumigatus*



Témoin



Bioscreen 20 %

Essais sur souches bactériennes

RECHERCHE POUR DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

STABILISATION CHIMIQUE DU BOIS

PROJET FINANCÉ PAR L'ADEME PUIS PAR L'ANVAR (2001-2005)

ARC-Nucléart a terminé en 2005 un projet pluriannuel ayant commencé en 2002 qui visait à stabiliser le bois vis-à-vis du séchage et de l'humidification, notamment pour des applications en extérieur. L'objectif final du projet consistait à définir un traitement industriel permettant d'utiliser du bois comme matériau de structure capable de supporter un environnement climatique extrême.

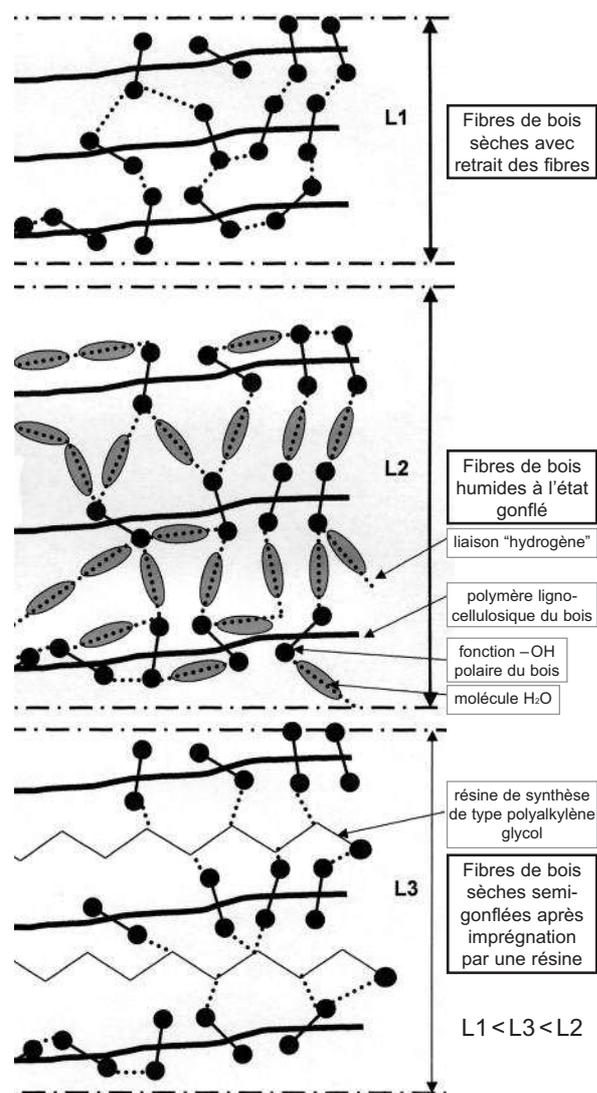
Le principe du procédé de traitement développé par le laboratoire consiste à imprégner le bois avec un polymère de synthèse fortement polaire, ayant la propriété de pénétrer au sein des parois cellulaires du bois dans des porosités de l'ordre de 10-100 nm. Plusieurs formulations de résine ont été identifiées dans les familles des polycarbamates et des polyalkylènes glycols. Ces molécules ont la capacité d'établir des liaisons hydrogènes avec les fonctions alcools présentes naturellement dans la matière ligno-cellulosique du bois. Ces liaisons "hydrogène" fixent la molécule dans l'intimité de la microstructure du bois (cf. schéma ci-contre). Par ailleurs, la formulation des résines est choisie suffisamment hydrophobe pour éviter son lessivage par les eaux pluviales. C'est en raison de ce caractère hydrophobe marqué de la résine, qu'il est nécessaire d'utiliser un mélange eau+éthanol comme solvant pour permettre sa diffusion au sein de la paroi cellulaire du bois.

Le fait marquant de l'année 2005 pour ce projet a été le dépôt de trois dossiers de brevets relatifs à l'utilisation de 3 formulations de résines ayant donné des résultats particulièrement intéressants. Notamment, il a été possible dans ces trois cas de diviser par deux, voire par trois, l'instabilité initiale du bois vis-à-vis de l'humidité. Suite à ces dépôts de brevets, il est programmé en 2006 de poursuivre ce projet sous forme de collaborations industrielles pour exploiter les résultats de recherche obtenus. Il est prévu notamment d'établir des actions de coopération auprès de la société Huot et du CTBA pour stabiliser des parquets et auprès d'un important industriel dans le domaine de la menuiserie extérieure : fenêtre, porte, portail, volet, etc.

Enfin, il est prévu en parallèle d'évaluer ce procédé de stabilisation du bois pour des applications de conservation du patrimoine culturel; notamment lorsque le bois doit être soumis à des contraintes climatiques pas ou peu contrôlées: éléments architecturaux en bois en extérieur et/ou soumis à une humidité ambiante élevée : bâtiments historiques, statues en bois en église non climatisée, vestiges non-démontables sur des sites industriels (mines, ports, etc.).

Essais divers

- Nous avons réalisé des essais d'imprégnation de bande de plaquage par la méthode nucléart pour des applications en extérieur "revêtement bois naturel" pour un fabricant de skis haut de gamme.



Principe du gonflage du bois par imprégnation d'une résine polaire.

Dessin : Laurent Cortella.

TESTS DE VIEILLISSEMENT SOUS IRRADIATION

IRRADIATION EN PARTENARIAT AVEC LE CEA/LITEN

Dans le cadre d'un programme nucléaire sur la décontamination des surfaces, un nouveau revêtement autonettoyant à effet "lotus" a été testé et évalué en terme de vieillissement radiochimique. Les conditions d'irradiation ont été très sévères puisque l'irradiation gamma a été effectuée à un débit de 4,6 kGy/h sous air pendant 12 jours soit une dose intégrée de 1,3 mégagray.

Après analyse infrarouge et de mouillabilité, il s'avère que ce matériau est un bon candidat pour revêtir les surfaces d'enceintes nucléaires puisqu'il n'est pas sensible au vieillissement radio-chimique. Il conserve ces propriétés d'hydrophobie et d'effet "lotus".

VALORISATION INDUSTRIELLE

PRESTATIONS D'IRRADIATION GAMMA POUR LES BIOLOGISTES

Près de 150 irradiations ont été réalisées 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 dans le dispositif Anémone Bio. Ce dispositif, anciennement dédié à la stérilisation de prothèse, a été modifié en 2004 pour répondre à cette demande. Il immobilise trois sources de cobalt 60.

IRRADIATION DE MATÉRIAUX ET DE COMPOSANTS

Les irradiations pour le compte d'industriels ont repris en 2005 après presque deux années d'interruption dues essentiellement à la baisse de l'activité globale de nos sources radioactives. Nous avons ainsi réalisé des tests de qualification de matériels destinés à être utilisés en milieu très irradiant pour le compte de Framatome (caméras) et de l'institut Laue Langevin à Grenoble (petits matériels et composants devant être installés dans le réacteur à haut flux de neutrons) et des tests de tenue aux rayonnements de matériaux composites élastomère et fibres de verre destinés à être employés en centrale thermonucléaire pour le compte de la société Mécatiss. Nous avons aussi réalisé pour cette même société l'inter-comparaison de l'atténuation au rayonnement gamma de deux mousses à base de silicones devant assurer une protection "biologique" équivalente à celle du béton.

FORMATION ET ENSEIGNEMENT



Claire Stoll, stagiaire MST, en train de retoucher un élément du cuvelage de puits de Trémery.

ENSEIGNEMENTS, JOURNÉES D'ÉTUDE ET CONFÉRENCES

ENCADREMENTS DE STAGES

Jérôme Debray, ENSEEG, 2^e année, Grenoble :

« Développement de procédés d'extraction des composés soufrés dans les bois archéologiques »

Marie Desmet, maîtrise de physique-chimie, université Joseph-Fourier, Grenoble :

« Essai de conservation des bois anciens par des résines hydrosolubles et des résines polymérisables sous rayonnement gamma »

Raphaëlle Jarrige, IUT de mesures physiques, 2^e année, Saint-Étienne :

« Méthode de désinsectisation par anoxie »

Benoît Mailleray, IUT de chimie, 2^e année, université Joseph-Fourier, Grenoble :

« Amélioration de la stabilisation dimensionnelle du bois contemporain »

David Serra, IUT de mesures physiques, 2^e année, université Joseph-Fourier, Grenoble :

« Comportement des textiles sous irradiation gamma dans le domaine de dose de 500 Gy à 100 kGy »

Claire Stoll, MST de conservation-restauration des biens culturels, 4^e année, université Paris 1 :

« Recherche d'un protocole de traitement curatif pour le sep de drisse provenant de l'épave de *La Lomellina* ; nettoyage chimique des traces d'oxydes métalliques sur des cuirs gorgés d'eau ; pratique de la conservation-restauration des matériaux organiques archéologiques gorgés d'eau »

ENSEIGNEMENTS, CONFÉRENCES

ARC-Nucléart (toute l'équipe)

Journée d'accueil des conservateurs stagiaires de la promotion 2004 de l'Institut national du Patrimoine : présentation du laboratoire et de l'atelier (mars 2005)

Gilles Chaumat

Cours commun pour la MST de conservation-restauration, Paris 1/Institut national du Patrimoine :

« Utilisation de la lyophilisation pour sécher les matériaux organiques dégradés » (janvier 2005)

« Apport des laboratoires de recherche scientifique à la conservation-restauration des œuvres d'art » (avril 2005)

Magdeleine Clermont-Joly

Conférence présentée aux Rencontres de Saint-Jean-de-Chépy (Isère) (juin 2005) :

« ARC-Nucléart : de Ramsès II aux chevaliers-paysans du lac de Paladru »

Intervention présentée au séminaire de l'Institut national du Patrimoine *L'Objet archéologique : quel statut pour quel avenir ?* (Paris, octobre 2005) :

« Les matériaux organiques »

Laurent Cortella et Gilles Chaumat

Conférence présentée à la salle Wesford à Grenoble, à l'invitation des Amis des Sciences et Techniques de l'université Inter-âges du Dauphiné (février 2005) :

« ARC-Nucléart : de la fouille au musée »

Laurent Cortella

Conférence présentée à la chambre de commerce et d'industrie de Dijon, à l'invitation de la section Bourgogne Franche-Comté de la Société française de Physique, dans le cadre de la fête de la Science (octobre 2005) :

« ARC-Nucléart : la radioactivité au service de la conservation des objets du patrimoine »

Conférence présentée à Cap Sciences à Bordeaux, à l'invitation de la Société française de l'Énergie nucléaire, sections Aquitaine et Auvergne (octobre 2005) :

« ARC-Nucléart : le rayonnement gamma au service de la conservation des objets du patrimoine »

Communication présentée à l'École nationale supérieure de physique de Strasbourg, à l'occasion de la conférence *Applications optiques pour la conservation et la restauration des œuvres du patrimoine* organisée par Rhenaphotonics Alsace (octobre 2005) :

« Conservation et restauration du patrimoine par rayonnement gamma » : conférence retransmise en direct et en différé sur www.canal-u.education.fr (accès direct <http://www.canalc2.tv/video.asp?idvideo=4050>)

Conférence présentée à Hammamet (Tunisie), à l'occasion des Premières Journées des Sciences et Technologies nucléaires, organisées par le Centre national des sciences et technologies nucléaires de Tunisie (décembre 2005) :

« Le rayonnement gamma utilisé pour la conservation du patrimoine »

Jacques Duchêne

Cours d'archéométrie à l'Institut Dolomieu, Grenoble, décembre 2005.

Xavier Hiron et Clotilde Proust (étudiante MST)

Conférence présentée à Lons-le-Saunier, à l'occasion du centenaire de la découverte de la pirogue de Chalain, organisé par la conservation départementale de l'archéologie du conseil général du Jura (janvier 2005) :

« La restauration des objets organiques gorgés d'eau »

RAPPORTS TECHNIQUES ET PUBLICATIONS

RAPPORTS TECHNIQUES INTERNES

Note technique n° 05-038 : « Développement d'un procédé de traitement du cuir pour fixer la teinture », Christophe Albino, Gilles Chaumat.

Rapport d'expertise n° 05-111 : « Expertise des vestiges de Vendays-Montalivet », Gilles Chaumat.

Note technique n° 05-269 : « Développement d'un procédé de traitement du bois par greffage pour améliorer la conservation vis-à-vis des intempéries », Christophe Albino, Gilles Chaumat.

Note technique n° 05-276 : « Recherche de nouveaux procédés d'assainissement des bains de stockage ou de traitement à ARC-Nucléart », Loïc Caillat, Gilles Chaumat, Lucile Sage (LECA/UJF).

Note technique n° 05-277 : « Nettoyages chimiques et électrochimiques de cuirs gorgés d'eau imprégnés d'oxydes de fer », Nédia Boumlil, Claire Stoll.

Note technique n° 05-283 : « Recherche d'un protocole curatif pour le sep de drisse de l'épave de *La Lomellina* (Villefranche-sur-Mer, XVI^e siècle) », Nédia Boumlil, Claire Stoll.

Note technique n° 05-290 : « Conception d'une résine de renfort à base de carbamate pour des cuirs très dégradés », Nédia Boumlil, Gilles Chaumat.

PUBLICATIONS

in *Proceedings of the 9th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Copenhagen 2004*, Éditions ICOM-CC/WOAM, Bremerhaven 2005 :

Didier Bouix, Henri Bernard-Maugiron, Gilles Chaumat, André Gelas : « Conclusion and definition of the Atomisation treatment by PEG saturation used for a 12 meters long Greek shipwreck in Marseille », pp. 355-363.

Gilles Chaumat, Didier Bouix, Michael Picot, Marlène Jacquemont : « Development of a specific PEG treatment suitable for “low degraded” wood », pp.365-376.

Gilles Chaumat, Jim Spriggs : « The Diawood Project (Development of Innovative non-destructive evaluation techniques for the diagnosis of ancient wood) », pp. 693-694.

Xavier Hiron, Didier Bouix, Gilles Chaumat, Marlène Jacquemont, Christine Juy, Amandine Viallon : « Results from treating hundreds of waterlogged antlers-study of material behaviour during impregnation and drying treatments », pp. 473-482.

Jean-Bernard Memet, Khoï Tran : « Development of a conservation treatment process adapted to archaeological iron/waterlogged wood composites », pp. 437-460.

Khoï Tran, Nicolas Bertout, Francis Dalard, Jean-Pierre Mangin : « Trials on chemical and microbiological processes for the oxidation of sulphur compounds in archaeological wood », pp. 227-242.

in *CoRé* n° 16 :

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) », à paraître en février 2006.

BREVETS

Formulations de résines ayant fait l'objet d'un dépôt de brevet par ARC-Nucléart :

Christophe Albino : Brevet n° FR 05-51383 du 26 mai 2005 : polyéthylène glycol 4000 associé à une densification au styrène-polyester insaturé.

Gilles Chaumat : Brevet n° FR 05-51380 du 26 mai 2005 : toluène diisocyanate éthyle de polyéthylène glycol.

Gilles Chaumat, Christophe Albino : Brevet n° FR 05-06549 du 28 juin 2005 : polytétraméthylène éther de glycol 650.

INFORMATION ET COMMUNICATION



Le 21 novembre 2005, Éliane Giraud, conseillère déléguée à la région Rhône-Alpes et présidente du GIPC ARC-Nucléart, a accueilli Gilles de Robien, ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, lors de sa visite en compagnie de Michel Bart, préfet de l'Isère, Michel Destot, député-maire de Grenoble, Richard Cazenave, député de l'Isère, Alain Bugat, administrateur général du CEA, et Jean Therme, directeur du CEA de Grenoble ; ils étaient accompagnés de nombreuses personnalités régionales ainsi que d'une classe de 3^e du lycée Champollion.

JOURNÉES EUROPÉENNES DU PATRIMOINE

« J'aime mon patrimoine », tel était le thème choisi en 2005 par le ministère de la Culture et de la Communication pour les Journées européennes du Patrimoine.

C'est dans ce cadre que, le samedi 17 septembre 2005, ARC-Nucléart a exceptionnellement ouvert ses portes au public. Toute l'équipe a accueilli, tout au long de l'après-midi, plus de 160 visiteurs qui ont pu ainsi découvrir, outre les installations de traitement et les ateliers, presque toutes les embarcations et la multitude de petits objets archéologiques en cours de restauration. L'accent a également été mis, lors des visites, sur les opérations mises en œuvre pour conserver et restaurer les objets en bois secs et en particulier les objets lauréats du concours annuel de sauvegarde du patrimoine des communes de France.

14^E ÉDITION DE LA FÊTE DE LA SCIENCE

ARC-Nucléart a, une fois encore, participé à cette manifestation nationale, sur le stand CEA sous le chapiteau du "Village des Sciences" installé place Victor-Hugo à Grenoble, du 7 au 10 octobre 2005. Didier Bouix, Laurent Cortella et Khoï Tran ont, durant trois jours, répondu aux questions des quelques 20000 visiteurs de *Place aux Sciences* ! particulièrement intéressés par les savoir-faire de l'atelier en conservation et en restauration des objets du patrimoine. Laurent Cortella a également participé à la fête de la Science de Dijon, sur le stand du CEA, les 15 et 16 octobre 2005.

VISITES 2005

660 visiteurs ont été accueillis en 2005 au laboratoire dans le cadre de visites de groupes.

Étudiants de l'Institut d'études politiques de Grenoble	janvier
Les Amis de Beauvoir	janvier
Université Pierre-Mendès-France	janvier
Les Amis du musée de Grenoble	février
Les Amis du Grésivaudan	février
Les Amis du musée de la Civilisation gallo-romaine de Lyon	février
Élèves ingénieurs de l'INPG/ENSEEG	mars
Élèves de l'Institut national du Patrimoine	mars
Association Art et Musique	mars
Université Inter-âges (Sciences et Techniques)	avril
Monsieur Bénigne Colson, maire de Frénois et des représentants de la municipalité	avril
Les Palmes académiques	mai
Université Inter-âges (Nature et Poésie)	mai
Les Amis du Grésivaudan	juin
Lyceum Club de Grenoble	juin
M. le Maire de Suzhou à la tête d'une délégation chinoise, accompagné par des représentants de la mairie de Grenoble	juin
Journée portes ouvertes (Journées européennes du Patrimoine)	septembre
Madame Li Lee-Fang, National Center for Research and Preservation of Cultural Properties (Taïwan)	septembre
Congressistes de la fédération de la filière bois Rhône-Alpes (FIBRA)	octobre
Association des Amis du musée de Nice	octobre
Les Jeudis culturels, Villefranche-sur-Saône	octobre
Association Pronucléart	novembre
Les Amis du musée de Grenoble	novembre
M. Gilles de Robien, ministre de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, accompagné de nombreuses personnalités régionales	novembre
M. Alain Bugat, administrateur général du CEA, M. Caristan (DSM) et E. Molva (DRFMC)	novembre
M. Nguyen Van Viet, directeur du centre préhistorique pour le Sud-Est asiatique (Vietnam)	décembre



Photo : Christophe Albino, ARC-Nucléart.

Installation de traitement d'imprégnation pour les épaves et objets de grandes dimensions ; le grand bassin mesure 12 mètres de long sur 6 mètres de large.

Conception graphique, mise en page et suivi de fabrication :
Paul Veysseyre (r.d., f.b.)
paul.veysseyre@wanadoo.fr

Auteurs des photographies :

1^{ère} de couverture : Paul Veysseyre ;
p. 2, 5, 9, 15, 22 en bas, 25 en haut, 36, 48 et 71 :
Christophe Albino ;
p. 23 : Pierre Vaudaine ;
p. 27 en haut et en bas : Centre Camille Julian, CNRS,
Aix-en-Provence ;
p. 29 : Xavier Hiron ;
p. 30 en bas et 31 : Cyrille Billard ;
p. 37 en bas, 38 en haut et 40 : Paul Veysseyre ;
p. 41 en haut : Synchrotron Grenoble ;
p. 46 les 4 photos du haut : archives départementales
des Alpes-de-Haute-Provence ;
p. 56 b : Eddy Balaye ;
p. 56 d : commune de Xaintray ;
p. 62 : Loïc Caillat ;
4^e de couverture : Christophe Albino.

Toutes les photographies non créditées ci-dessus sont de
Jean-François Lucas ou d'un autre membre de l'équipe.

Achévé d'imprimer en avril 2006 sur les presses
de l'imprimerie Dugas-Martin à Villeurbanne.



RhôneAlpes Région



pronucléART

