

# ARC-Nucleart

Rapport d'activité 2003



Publié avec le soutien de l'ANR et de l'Etat

ATELIER  
REGIONAL DE  
CONSERVATION

nucle ART

Avant-propos  
Les missions  
L'équipe  
Les installations et les équipements

## 1. CONSERVATION-RESTAURATION DU PATRIMOINE

### 1-1 Collections archéologiques

- 1-1-1 Carte de France des collections
- 1-1-2 Conservation préventive - Interventions sur site - Etudes préalables
- 1-1-3 Les nouvelles collections
- 1-1-4 Travaux en cours sur les collections archéologiques
- 1-1-5 Collections en attente

### 1-2 Concours pour la sauvegarde des biens culturels des communes de France

- Remise des prix 2002
- Proclamation des résultats 2003

### 1-3 Objets en bois sec

- Désinfection, consolidation

### 1-4 Cuirs historiques

## 2. PROGRAMMES DE RECHERCHE ET VALORISATION

### 2-1 Recherches pour la conservation du patrimoine

### 2-2 Recherches pour des applications industrielles

### 2-3 Valorisation industrielle

## 3. ACTIVITES DE FORMATION ET D'ENSEIGNEMENT

- Enseignement, cours
- Encadrement de stages

## 4. INFORMATION – COMMUNICATION

- Participation aux manifestations, congrès, journées d'études et conférences
- Revue de presse, visites
- Publications, rapports internes

# I. AVANT-PROPOS

par Jacques Duchêne, Directeur

## 2003, une année exceptionnelle pour ARC-Nucléart

En avril, les archéologues lyonnais mettent au jour les vestiges d'une barque fluviale du XVIII<sup>e</sup> siècle sur le chantier du parc Saint-Georges. Les contraintes du chantier amènent à choisir l'option de démontage de l'embarcation pour son transport dans les installations d'ARC-Nucléart.

Début mai, notre équipe participe à l'extraction d'une pirogue médiévale du lac de Paladru, opération suivie, en juillet, de l'extraction sur le même site d'une autre pirogue, d'époque gallo-romaine.

En juin, le laboratoire ARC-Nucléart est retenu pour le traitement des matériaux organiques des objets provenant de l'épave de La Natière, à Saint Malo.

Courant septembre, ce sont deux autres pirogues qui sont extraites du lac de Sanguinet, sous la maîtrise d'oeuvre d'ARC-Nucléart, l'une datée de l'âge du bronze, l'autre de l'âge du fer.

Début octobre, des structures d'installations minières en bois sont prélevées sur le site industriel de la mine d'argent de L'Argentière-La-Bessée pour être transportées à Grenoble.



En novembre, toujours sur le chantier du parc Saint-Georges à Lyon, plusieurs chalands de transport de fort tonnage, d'époque gallo-romaine, sont découverts en bord de Saône. La décision d'extraire ces vestiges en vue de leur conservation devrait être prise début 2004.



Pour traiter tous ces bois archéologiques, il a fallu remplir tous les bassins disponibles à ARC-Nucléart. Le traitement de nouvelles collections ne pourra donc débuter que fin 2005 et le volume de bois qui pourra être traité sera limité par la capacité des installations.



#### **Succès pour la deuxième édition du concours ouvert aux communes de France**

L'édition 2003 du concours pour la sauvegarde du patrimoine culturel a permis de récompenser quatre communes pour la restauration de deux sculptures en bois, d'un tambour de garde champêtre et d'un Christ de procession. L'édition 2004 vient d'être lancée.





C'est également au cours de cette année qu'on été restaurées les parties en cuir de trois véhicules hippomobiles du XIX<sup>e</sup> siècle : une calèche et un coupé de gala conservés au château de Chambord et une berline au château de Chaumont-sur-Loire.

### Une équipe au complet

L'équipe est maintenant au complet avec l'arrivée de Djamel BOUANIKA, mis à disposition par la Ville de Grenoble et celle, prochaine, de Loïc CAILLAT, mis à disposition par le ministère de la culture.

### Un effort d'investissement indispensable

Les installations d'ARC-Nucléart, dont certaines ont plus de 30 ans, doivent impérativement être rénovées. Les besoins en investissements sont importants, tel le projet d'acquisition d'un nouveau lyophilisateur, qui pourrait se concrétiser l'an prochain ou la nécessaire jouvence de l'installation de climatisation. Pour ce qui est du renouvellement des sources de rayonnement gamma, nous remercions le CEA qui a accepté de prendre en charge l'évacuation et la mise aux déchets des 25 sources périmées. Il est maintenant nécessaire d'envisager l'achat de nouvelles sources.



### Les perspectives pour 2004 et au-delà

Alors que le plan de charges pour la conservation-restauration des biens culturels est bien rempli, nous devons être attentifs à maintenir notre effort en Recherche et à poursuivre nos actions de valorisation industrielle, tant dans le domaine de la stabilisation du bois que dans celui de l'irradiation gamma. Il est essentiel qu'ARC-Nucléart conserve l'un de ses atouts majeurs : être à la fois un laboratoire de recherche et un atelier de restauration du patrimoine.

### Les missions d'ARC-Nucléart

- 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 d'emballages spécifiques et de supports muséographiques

## L'équipe



En janvier 2004, l'équipe ARC-Nucléart était constituée de :

- Christophe ALBINO, technicien supérieur chimiste, mis à disposition par le CEA,
- Henri BERNARD-MAUGIRON, restaurateur diplômé de la MST, salarié du GIPC,
- Djamel BOUANIKA, technicien mécanicien, mis à disposition par la Ville de Grenoble,
- Didier BOUIX, technicien supérieur en mesures physiques, mis à disposition par le CEA,
- Nédia BOUMLIL, restauratrice diplômée de la MST, salariée du GIPC,
- Loïc CAILLAT, assistant-ingénieur micro-biologiste, mis à disposition par le ministère de la culture et de la communication,
- Sophie CHAMPDAVOINE, restauratrice diplômée de l'Ecole de Tours, salariée du GIPC,
- Gilles CHAUMAT, adjoint scientifique et technique, coordonnateur des programmes de recherche, mis à disposition par le CEA,
- Magdeleine CLERMONT-JOLY, directeur scientifique culturel, conservateur en chef du patrimoine, mise à disposition par le ministère de la culture et de la communication,
- Laurent CORTELLA, ingénieur en physique nucléaire, chef d'installation, mis à disposition par le CEA,
- Jacques DUCHENE, directeur, mis à disposition par le CEA,
- Xavier HIRON, restaurateur diplômé de la MST, salarié du GIPC,
- Jean-François LUCAS, photographe, mis à disposition par la Ville de Grenoble,
- Alain RONSEAU, adjoint administratif et financier, mis à disposition par le CEA,
- Jocelyne TAMMONE, assistante de direction, mise à disposition par le CEA,
- Quoc Khoi TRAN, ingénieur chimiste, animateur sécurité, mis à disposition par le CEA,

## Les installations et les équipements

### Installation d'irradiation.

2003 en chiffres :

- 5200 h d'irradiation en cellule,
- plus de 300 mouvements des sources entre la piscine et la cellule,
- taux d'occupation de la cellule supérieur à 90% en jours ouvrables,
- 61 irradiations en piscine.



### Evacuation des sources périmées, jouvence de l'installation et renouvellement des sources :

Le 24 septembre 2003, 25 sources de  $^{60}\text{Co}$ , représentant 203 TBq, ont été transportées vers le réacteur expérimental Siloé en phase d'assainissement pour y être mises aux déchets. Elles y compléteront et optimiseront les poubelles de décroissance produites dans cette installation, dans un souci de limitation des volumes de déchets produits sur le site du CEA Grenoble. ARC-Nucléart était à la recherche d'une solution pour évacuer une partie de ses sources, périmées de plus de 20 ans. Le comité «Passage» du CEA a validé ce plan d'évacuation le 12 septembre 2003, soulignant le côté pratique de cette solution.

Du 23 octobre au 7 novembre 2003, les dalles du toit de la cellule ont été démontées pour permettre la réparation du pont roulant de la cellule. Cette opération lourde (3 dalles d'environ 6 tonnes chacune ont été déplacées) a permis le levage du moteur du pont et son rembobinage, ce qui lui permettra de fonctionner pendant encore plusieurs années.

L'évacuation des sources périmées devrait faciliter la réalisation de la peinture de la piscine. En effet, préalablement à la vidange de la piscine, les sources restantes pourront être stockées dans un seul et même château de plomb, celui ayant déjà servi à l'évacuation des sources périmées. Cette opération est programmée pour le milieu de l'année 2004.

Des sources neuves pourront alors être rachetées régulièrement à partir de l'année 2005.





## 1-1-2 Conservation préventive - Interventions sur site - Etudes préalables

□ L'ARGENTIERE-LA-BESSEE (Hautes-Alpes) - Mines du Fournel (XIX<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteurs : Ian COWBURN, Bruno ANCEL, Service Culturel Municipal de L'Argentière-La-Bessée



Démontage sur site d'un "round buddle"

A la suite de la demande du Service Culturel de l'Argentière-La-Bessée, dans le cadre d'un vaste projet de sauvegarde et de valorisation de son patrimoine historique et industriel, ARC-Nucléart est intervenu sur le site des mines d'argent du vallon du Fournel pour deux opérations distinctes.

La première a consisté à prélever les vestiges en bois de deux tables de séparation du minéral, appelées « round-buddles ». Après le prélèvement, une par une, des planches constituant un plancher circulaire légèrement incliné, tous les éléments des structures portantes sous-jacentes ont, à leur tour, été démontés en vue d'une stabilisation dans les installations d'ARC-Nucléart. Les machines étant de fabrication relativement récente, le profil de dégradation du

matériau est différent de celui d'un bois gorgé d'eau classique. Le bois est saturé d'humidité, mais présente des zones de dureté très différentes ; ceci pourrait s'expliquer par l'action des champignons, qui sont un facteur de dégradation rapide de la structure ligneuse et qui progressent de la surface vers le cœur du bois. La définition du traitement le plus approprié est actuellement à l'étude.

Le deuxième volet de l'intervention du Laboratoire consiste en une étude préalable à la conservation des vestiges des installations minières.

En raison de la complexité du sujet mêlant objets mobiliers et immobiliers, en matériaux variés (bois, métal ou composite bois/métal), conservés dans des lieux divers (les galeries et salles de travail de la mine, les ruines à ciel ouvert des anciens ateliers, les salles d'exposition et les réserves

du musée), il a été décidé de mettre en œuvre un programme d'étude pluridisciplinaire, en partenariat avec le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (étude du métal), avec le Laboratoire d'Ecologie Alpine de l'Université Joseph Fourier à Grenoble (détermination des souches de micro-organismes en activité sur les bois), et avec l'Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie des Universités d'Aix-Marseille (détermination des essences de bois). Outre la coordination de l'opération, ARC-Nucléart effectuera, pour sa part, une étude climatologique des différents lieux du site et un inventaire, avec constat d'état, des vestiges en matériaux organiques.

Cette étude, commencée à l'automne 2003, doit se terminer fin 2004.

□ LES ROUND-BUDDLES DE L'ARGENTIERE-LA-BESSEE par Bruno ANCEL, archéologue, attaché de conservation du Patrimoine, Service Culturel Municipal de L'Argentière-La-Bessée

Le Grand Atelier de Préparation Mécanique de la mine du Fournel renfermait au XIX<sup>e</sup> siècle un grand nombre de machines qui broyaient, classaient et concentraient le minerai de plomb argentifère. Ces vestiges ont été dégagés lors des fouilles de surface menées de 1992 à 1997 : parmi les structures les mieux conservées se trouvaient trois round-buddles.

Il s'agit d'appareils tabulaires légèrement coniques, balayés par un râteau rotatif, destinés au traitement des fractions de minerai les plus fines issues du broyage, les schlamms. Ce type de machine, d'origine anglaise, est apparu sur le site en octobre 1854 et a été utilisé jusqu'à la fermeture de l'atelier en 1894. Les parties en élévation et les mécanismes métalliques ont disparu après l'abandon du site et le passage des ferrailleurs au début du XX<sup>e</sup> siècle. Par contre, les planchers en bois sont apparus intacts au moment de la fouille, conservés par la couche de sable humide qui les avait recouverts depuis des décennies.

L'analyse sédimentologique de ce sable a permis de les interpréter comme des prototypes de tables de Linkenbach sur lesquelles le sable est lavé par des jets d'eau. Cette modification d'utilisation des round-buddles est mentionnée dans les textes en 1868.

Le démontage pour traitement et restauration de deux round-buddles a permis d'observer leur assise. Ils montrent chacun une structure différente. Le plus grand (4,60 m de diamètre) est composé d'un soubassement en pièces réemployées : planches de bassin, fragments de solives, couronne d'une roue élévatoire. Le plus petit (3,80 m de diamètre) possède un véritable châssis composé de pièces neuves ajustées avec soin.



Achèvement du démontage d'un « round buddle »



Le Grand Atelier de la mine du Fournel

□ CHARAVINES Les Baigneurs (Isère) - Constat d'état de la collection d'objets d'époque néolithique  
*Interlocuteurs : Aimé BOCQUET, Françoise VIN, CDPA ; Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère*

En vue de leur présentation au futur Musée-Parc de Paladru, le Musée Dauphinois a souhaité qu'ARC-Nucléart réalise un bilan d'état des pièces du site néolithique des Baigneurs, objets traités puis conservés depuis de nombreuses années sous la responsabilité du Centre de Documentation de Préhistoire Alpine. L'objectif est d'estimer le volume de travail à réaliser par la Conservation du Patrimoine de l'Isère pour remettre à niveau les pièces destinées à être exposées de façon permanente. L'examen des objets a permis de constater des états de conservation très différents, nécessitant essentiellement des opérations de maintenance classiques, tout en restituant une homogénéité de lecture de la collection. Ce travail permettra de définir les actions à entreprendre dans le courant de l'année 2004.

□ LYON Parc Saint-Georges (Rhône) - Extraction des bateaux gallo-romains  
*Interlocuteurs : Grégoire AYALA, INRAP Rhône-Alpes-Auvergne ; Michel LENOBLE, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Rhône-Alpes*

Plusieurs vestiges de bateaux fluviaux d'époque gallo-romaine ont été découverts à partir d'octobre 2003 sur le chantier de construction du parc Saint Georges à Lyon, en bord de Saône. La communauté de communes de Lyon a demandé à ARC-Nucléart, d'étudier des solutions pour extraire 3 de ces barques (barques n°4, n°7 et n°8) afin de les conserver en vue de leur présentation ultérieure au public.

Ces embarcations, très volumineuses, ont été partiellement dégagées, mais leur extraction en vue de leur conservation ultérieure nécessite qu'elles soient préalablement découpées, extraites du chantier de construction et transportées vers un lieu temporaire de stockage en eau, avant d'être traitées à ARC-Nucléart à partir de 2006.



Barques gallo-romaines de Lyon Saint-Georges

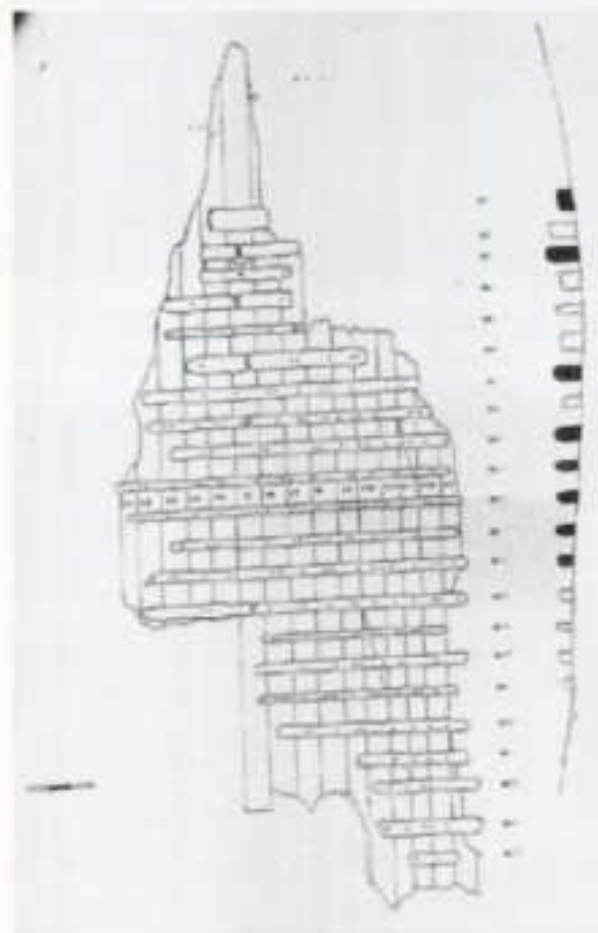


### I-1-3 Les nouvelles collections

□ AGDE (Hérault), Baie de l'Amitié – épave antique  
Interlocuteurs : Odile BERARD-AZZOUZ, Musée de l'Ephèbe, Agde ; Marie-Pierre JEZEGOU, DRASSM

La section transversale de la coque de l'épave confiée à ARC-Nucléart est partiellement démontée. Tous les éléments, au moment de leur réception au Laboratoire, ont été placés sur des étagères métalliques pour être stockés par immersion dans l'eau. La visite de M.P. Jézégou a donné lieu à quelques observations de détails avant la mise en traitement.

Le lancement du traitement est programmé pour le mois de mai 2004. Il consistera en une imprégnation classique au PEG, suivie d'un séchage par lyophilisation.



Relevé de l'épave de La Baie de l'Amitié



Fragment conservé de l'épave de La Baie de l'Amitié

L'épave de La Baie de l'Amitié, I<sup>er</sup> siècle après J.-C.  
par Stéphanie WICHA, archéologue

Localisée au large d'Agde (Hérault) dans une cuvette rocheuse, par 3 mètres de fond, l'épave de la Baie de l'Amitié a été sondée en 1984, puis fouillée de 1985 à 1986 par D. Fonquerle. En 2002, elle a fait l'objet d'une dernière fouille, qui visait à reprendre l'étude architecturale de ce navire et à effectuer les prélèvements nécessaires aux analyses paléobotaniques.

Le navire de la Baie de l'Amitié, naufragé au cours de la deuxième moitié du I<sup>er</sup> s. de notre ère, devait mesurer près de 20 mètres de long. L'intérêt principal de cette épave réside dans l'utilisation d'une technique particulière d'assemblage des membrures aux virures. Effectivement, alors que le bordé est assemblé par tenons et mortaises chevillées, les membrures sont traversées de part en part par des canaux, dans lesquels passent des ligatures végétales, et maintiennent ensemble, les membrures et les virures. De longues gournables sont ensuite disposées dans ces canaux pour bloquer les ligatures, et l'ensemble est enduit de poix, afin d'assurer l'étanchéité de ces assemblages. A ce jour, cette technique se retrouve sur une

douzaine d'autres épaves, mais la « Baie de l'Amitié » se différencie de ce corpus par sa quille plate originale, qui devait probablement répondre à des besoins particuliers de navigation, dans des zones peu profondes, dans les deltas, les rivières et fleuves. D'un point de vu paléobotanique, ce navire présente également un intérêt particulier, avec l'utilisation du platane d'orient dans sa construction, qui permet de circonscrire une zone d'approvisionnement relativement précise. Effectivement, ce taxon constitue l'une des espèces dominantes des ripisylves et des vallons humides de Méditerranée centro-orientale.

□ CHARAVINES Colletière (Isère) - pirogue du XI<sup>e</sup> siècle

Interlocuteurs : Eric VERDEL, Michel COLARDELLE, fouilles de Charavines-Colletière ; Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère



Prélèvement de la pirogue médiévale Charavines-Colletière

□ CHARAVINES Les Baigneurs (Isère) - pirogue gallo-romaine

Interlocuteurs : Aimé BOCQUET, CDPA ; Eric VERDEL, fouilles de Charavines-Colletière ; Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère

Les travaux d'envergure de prélèvement de deux pirogues du lac de Paladru, l'une médiévale et l'autre gallo-romaine, qui avaient été rendus impossibles en 2002 du fait d'un niveau trop bas des eaux du lac, ont pu être réalisés en 2003, en deux périodes distinctes, dans de très bonnes conditions. La confection de berceaux de prélèvement et la coordination technique ont été assurées par ARC-Nucléart, tandis que l'équipe de la Base Archéologique de Colletière a réalisé les travaux sub-aquatiques. La pirogue médiévale a dû subir des travaux de conditionnement complémentaires à l'arrivée au Laboratoire en raison d'une fragmentation sensible des bordés. Les deux pirogues ont ensuite été regroupées dans un bassin de traitement pour commencer une imprégnation de polyéthylène-glycol, qui sera suivie d'un séchage par lyophilisation. L'objectif est de pouvoir faire un bilan d'état des deux embarcations, à l'automne 2004, en vue de leur restauration complète, avec mise sur supports muséographiques, pour leur présentation au futur Musée-Parc de Paladru.



Prélèvement de la pirogue gallo-romaine de Charavines Les Baigneurs



Prélèvement de la pirogue gallo-romaine de Charavines Les Baigneurs

□ CHARAVINES Les Baigneurs (Isère) - Traitement de conservation des bois d'époque néolithique  
*Interlocuteurs : Aimé BOCQUET, Françoise VIN, CDPA ; Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère*

Dans le cadre de la préparation du futur Musée-Parc de Paladru, des objets en bois provenant des fouilles du site néolithique des Baigneurs, conservés depuis à l'état humide, ont été confiés à ARC-Nucléart pour un traitement de stabilisation. Un premier lot de pièces de dimensions moyennes a été mis en traitement, en imprégnation de polyéthylène glycol. Leur lyophilisation interviendra à la fin du premier trimestre 2004 et il sera alors possible de vérifier si l'état de ces bois, particulièrement dégradés, permet un remontage en vue d'une présentation muséographique. Un deuxième lot de bois, de moindre importance scientifique, est stocké en eau dans les installations d'ARC-Nucléart, dans l'attente d'une décision sur leur devenir.

□ HYERES Le Grand Ribaud F (Var) - épave étrusque  
*Interlocuteurs : Myriame MOREL, Musée d'Histoire de Marseille ; Luc LONG, DRASSM ; Patrice POMEY, Centre Camille Jullian*

Un fourcat et l'extrémité inférieure d'une pelle de gouvernail provenant d'une épave étrusque dénommée « Le Grand Ribaud F » ont été confiés à ARC-Nucléart en 2003. Découvert et fouillé par le DRASSM depuis 1999 au large d'Hyères, ce navire apparaît être comme l'un des plus gros porteurs connus de son époque avec plus de 20 mètres de long. L'état de conservation satisfaisant des bois laisse espérer une étude complète de la coque du bateau qui, d'après la cargaison de céramiques, aurait fait naufrage entre 515 et 470 av. J.C. La pelle de gouvernail, qui mesurait à l'origine 5 m, n'est préservée que sur 1,20 m de long. Elle est réalisée en trois parties, un axe et deux vantaux, aujourd'hui désassemblés. Une proposition de traitement par immersion dans une solution de polyéthylène glycol suivi d'un séchage par lyophilisation a été acceptée pour ces deux pièces. Un travail de support et de soclage sera certainement réalisé à l'issue du séchage afin de donner au visiteur une lecture satisfaisante de la fonction de ces deux pièces.

□ LYON Parc Saint-Georges (Rhône) - Barque XVIII<sup>e</sup> siècle  
*Interlocuteurs : Grégoire AYALA, INRAP Rhône-Alpes - Auvergne ; Michel LENOBLE, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Rhône-Alpes*



Barque de Lyon Saint-Georges



Sur le chantier du futur parking souterrain de Lyon Saint-Georges, aménagé sur les berges de la Saône à Lyon, des vestiges archéologiques ont été retrouvés en très grand nombre, parmi lesquels des matériaux organiques gorgés d'eau. Les vestiges d'une embarcation datée du XVIII<sup>e</sup> siècle, de 12 mètres de long, identifiée comme pouvant être une couzonnière, ont été prélevés par les archéologues de l'INRAP après qu'un mode de prélèvement par désassemblage ait été défini en collaboration avec ARC-Nucléart. Grâce à l'engagement de la Ville de Lyon et du Service Régional de l'Archéologie, une décision de traitement a été prise pour cette épave exceptionnelle.

Un traitement d'imprégnation de polyéthylène-glycol par brumisation (mise en suspension de micro-gouttelettes) a été décidé, traitement expérimenté avec succès pour l'épave grecque J.-V. 7 de Marseille. Une attention particulière a été portée au conditionnement et toutes les planches et membrures ont été placées sur la tranche, afin de minimiser la surface de contact sur les étagères de soutien pendant le traitement d'imprégnation. La présence d'agrafes en fer et de calfatage devra également être prise en compte, bien qu'il soit difficile de stabiliser chimiquement le métal dans des bains d'imprégnation dont le volume est de plusieurs m<sup>3</sup>. Le travail de préparation, préalablement au traitement, mené sur les 120 éléments démontés du bateau, a mobilisé plusieurs personnes durant quatre mois. Le traitement d'imprégnation a commencé dans les premiers jours de l'année 2004.

□ SANGUINET - Lac de (Landes) - pirogues (époque protohistorique)

Interlocuteur : Bernard MAURIN, Centre de Recherches et d'Études Scientifiques de Sanguinet







Étapes du prélèvement des pirogues de Sanguinet

Le contexte archéologique des pirogues de Sanguinet par Bernard MAURIN, CRESS

### La pirogue N°5

Découverte en 1986 à 12 m de profondeur, cette pirogue, façonnée dans un pin, mesure 8 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 77 centimètres. Le fond comporte, vers l'arrière, deux nervures réservées dans le bois et neuf trous carrés obturés par des bouchons de bois. La découverte de cette pirogue, a marqué le début des recherches sur l'espace archéologique de Put-blanc.

Sa datation par le carbone 14 a été réalisée en 1987 par le laboratoire de Gif-sur-Yvette. Datation : 2630 ± 60, soit en date calibrée: 740,620 BC L'étude de cette embarcation a été faite «in situ» en 1986. Comme la pirogue n° 5 était contemporaine du début de l'occupation du site de Put-Blanc et que, d'autre part, elle était entière et en bon état, nous l'avons choisie pour bénéficier d'un traitement pour conservation et restauration par le laboratoire ARC-Nucléart de Grenoble. Ainsi, elle deviendra l'une des pièces maîtresses du futur Musée du lac de Sanguinet. Jusqu'à son extraction au mois de septembre dernier, la pirogue n°5 reposait sur la pente de la rive gauche de la rivière primitive, à une centaine de mètres à l'est de l'habitat de Put-Blanc I.

Avant son extraction nous avons réalisé une étude environnementale.

Nous observons que le sol lacustre actuel recouvert de sédiments fluides donne une ligne de pente régulière d'environ 8%. C'est aussi le pendage de la pirogue qui, lors de sa découverte, était visible sur toute sa longueur. Le sol primitif sur lequel elle a été abandonnée présentait cette même pente. Par contre la couche de sable sous-jacente montre un entablement au niveau de la pirogue, trace d'un faux plat ancien qui pourrait expliquer sa situation lors de son abandon.

### La pirogue N°20

Cette embarcation en chêne a été découverte en 1995 à 15 mètres de profondeur à 300 m à l'ouest des habitats de Put Blanc. Elle était très profondément envasée et son étude a nécessité un déplacement vers le chantier sub-lacustre que nous avons installé sur des fonds sableux à 6 mètres de profondeur. Seule subsistait la partie arrière de près de 5 m de longueur et constituée de deux fragments qui s'assemblent parfaitement. Le fond plat de 90 centimètres de largeur possède neuf trous carrés obturés par des bouchons de bois. La proue est tout à fait caractéristique. Très massive, la partie la plus proche du cœur a été évidée. Une cloison amovible de bois de pin ferme cette ouverture et coulisse dans une rainure. Des coins de bois taillés en sifflet bloquaient cette ouverture. Cette typologie très particulière existe sur trois des pirogues découvertes dans l'environnement de Put-Blanc. Notons que la pirogue n° 22 présente exactement la même typologie et une datation très proche. Beaucoup plus complète, puisqu'elle mesure près de 10m de longueur, elle n'a pas été choisie pour des raisons économiques.

La pirogue n° 20 est datée du bronze moyen : 3270BP ±70, soit 1732-1404 BC en dates corrigées. Elle n'est donc contemporaine d'aucun des sites connus sous les eaux du lac de Sanguinet. Elle constitue la preuve d'une présence humaine bien structurée, beaucoup plus ancienne que celle qui a vécu sur le site de Put-Blanc au début de l'âge du fer.

Si nous nous référons à l'inventaire réalisé par Bêat Arnold concernant les pirogues européennes, plusieurs embarcations monoxyles découvertes en Suisse ou en Angleterre présentent cette typologie originale et sont également datées à l'âge du bronze.

Découvertes depuis plusieurs années, les pirogues n° 5 et 20 ont été maintenues au fond du lac du Sanguinet jusqu'à la décision de réaliser leur traitement.

Début septembre, les plongeurs archéologues du CRESS rapprochaient du bord du lac, à l'aide d'une embarcation, les deux pirogues sanglées chacune dans un châssis métallique. Grutées hors de l'eau puis déposées dans un camion semi-remorque, elles furent ensuite acheminées jusqu'à Grenoble.

Après une courte période de stockage, les deux châssis métalliques furent légèrement modifiés afin de disposer les pirogues sur un plancher de bois. Quelques calages latéraux ont été fixés pour assurer le maintien en place.

En fin d'année, les pirogues étaient descendues dans le bassin de traitement accompagnées de leurs éléments détachés.

Le commencement du traitement d'imprégnation est prévu dans les premières semaines de 2004. Une imprégnation à saturation est prévue afin de consolider la structure ligneuse très dégradée des vestiges.

*Pirogue n° 20 datée de l'âge du bronze*



*Pirogue n°5 datée de l'âge de fer*



## 1-1-1 Travaux en cours ou terminés sur les collections archéologiques

□ AGDE (Hérault) - fusils (XVII<sup>e</sup> siècle)  
*Interlocuteurs* : Odile BERARD-AZZOUZ, Musée de l'Ephèbe, Agde ; Marie-Pierre JEZEGOU, DRASSM ;  
*Collaboration* ARC'Antique.

Le premier fusil traité à titre expérimental par la méthode PEG-Lyophilisation, avec ajout d'un inhibiteur de corrosion, a été restitué au Musée de l'Ephèbe, après reprise des finitions sur les parties métalliques par le laboratoire ARC'Antique.

Les 17 fusils constituant le premier lot de traitement ont été livrés à ARC-Nucléart au cours de cette année. Ces pièces, déganguées et déchlorurées par ARC'Antique, ont été mises en traitement « Nucléart » (imprégnation de résine polyester radio-polymérisable). La première phase d'échange eau-acétone s'étant achevée à l'automne, la deuxième étape d'échange acétone-résine styrène-polyester est actuellement en cours et devrait se terminer à la fin du premier semestre 2004. Une attention particulière sera portée au nettoyage des pièces à la sortie du bain de résine pour éviter la présence de dépôts de résine à la surface des parties métalliques (canons et mécanismes) après polymérisation.

### LES FUSILS DU CAP D'AGDE

par Marie-Pierre JEZEGOU, archéologue

La découverte au Cap d'Agde de 29 armes à feu portatives (mousquets, fusils, tromblons) associées à 16 pierriers en bronze ou en fer forgé et à des cerclages de barriques correspond au délestage d'un navire en perdition entre l'îlot du Brescou et la côte. Il n'a été retrouvé, à proximité, aucune trace de munitions, ni de charges d'artillerie (pas même les boîtes à poudre des pierriers). L'épave du navire, si celui-ci a fait naufrage, n'a pas été retrouvée. Il n'est pas exclu qu'après s'être allégé, le navire ait pu rejoindre la côte éloignée de moins d'un mille.

Les mousquets possèdent une longue queue de détente se terminant par un petit pommeau en pointe, attribuables à un système de platine à mèche. Certaines pièces sont datables de la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle par la présence d'un bassinet vertical soudé sur le canon et par la masse de la balle calculée à partir du diamètre de la bouche (autour de 35 gr). D'autres pièces dateraient du milieu du XVII<sup>e</sup> siècle. De la même manière, le système d'allumage à silex des fusils paraît s'échelonner entre les premières années d'apparition de ce mécanisme (vers 1630) et le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle.

Certaines pièces étaient neuves, d'autres portaient des initiales gravées sur la crosse prouvant leur attribution. L'enquête conduite dans les archives municipales d'Agde n'a pas permis, à ce jour, de rattacher ces vestiges à un épisode connu de l'histoire maritime de la cité agathoise.

□ AIX-EN-PROVENCE (Bouches-du-Rhône) - objets gallo-romains

*Interlocuteur* : Service archéologique d'Aix-en-Provence

Deux pièces en bois particulièrement intéressantes (une boîte en bois et un fragment de sculpture de grande taille représentant une jambe de cheval) datant de l'époque gallo-romaine, avaient été traitées et restaurées en 1996 par ARC-Nucléart. En vue de la préparation d'une exposition sur le patrimoine archéologique d'Aix-en-Provence, ces deux objets ont à nouveau été confiés à l'atelier pour soilage. Pour la réalisation des supports, c'est le plexiglas qui a été retenu pour sa discrétion et sa légèreté. Ces pièces ont été restituées en juin 2003.

□ ALBANIE - outil néolithique

*Interlocuteur* : Gilles TOUCHAIS, Ecole française d'Athènes

Une hache datant de l'époque néolithique, constituée d'un manche en bois et d'une gaine en andouiller de cerf, a été confiée en 2002 à ARC-Nucléart par l'Ecole française d'Athènes. Cet outil provient de

fouilles exécutées dans les Balkans, dans une région de marais. Cette pièce a été séchée par lyophilisation durant l'année 2003 et restaurée. Elle est prête pour une restitution début 2004.

□ AOSTE (Isère) - structures de pont romain  
*Interlocuteur : Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère*

Les pieux gallo-romains, restitués à la fin 2002 au Musée d'Aoste, ont nécessité, à la suite d'une fuite d'eau dans le lieu où ils étaient entreposés, une petite intervention de reprise de restauration afin d'éliminer les traces de ce dégât des eaux et les rendre à nouveau présentables.

□ BESANÇON - Les Remparts Dérasés (Doubs) - sépulture gauloise  
*Interlocuteurs : Laurent VAXELAIRE, INRAP Grand-Est ; Agathe LEGROS, Musée des Beaux-Arts et d'Archéologie, Besançon*

Le prélèvement d'une sépulture gauloise sur le chantier des Remparts Dérasés à Besançon, en février 2002, a permis de faire l'étude détaillée d'un vestige riche d'informations sur les inhumations de l'époque gauloise. Le traitement de conservation a été réalisé par pulvérisation de polyéthylène-glycol afin d'éviter la flottaison et la déstabilisation des bois, en vue de la lyophilisation de la motte de prélèvement complète (environ 1 mètre cube).

L'année 2003 a permis de définir plus précisément le projet de restauration ainsi que les conditions de conservation nécessaires dans le cadre d'une présentation permanente. Pour ce qui est de la restauration, un travail de refixage et de consolidation long et délicat sera nécessaire en raison de l'évolution dimensionnelle du sédiment et des « tavaillons » de bois, se traduisant par des crevasses ou des ondulations du bois. La restitution éventuelle du bord de fosse de l'inhumation, qui n'avait pas été sauvegardé lors du prélèvement, est actuellement en discussion. Ce travail devrait être réalisé durant l'année 2004.

□ CHALAIN - Lac de - (Jura) - outils néolithiques (andouillers et bois)

*Interlocuteurs : Marie-Jeanne LAMBERT, Musée archéologique, Lons-le-Saunier ; Pierre PETREQUIN, CNRS, Université de Franche-Comté*

La collection de Chalain provient d'un site néolithique lacustre fouillé depuis le milieu des années 1980 et dont le premier dépôt de matériel à ARC-Nucléart date de 1994.

En 2003, l'effort de restauration a été poursuivi pour cette collection qui compte plus de trois mille objets inventoriés déposés au Laboratoire. Le premier objectif a été de terminer le traitement et la restauration des 1100 pièces en andouillers livrées en 1999. Il s'agissait, pour cet ensemble, de désinfecter et de stabiliser les andouillers humides et semi-secs, attaqués par des moisissures. Cet objectif a été atteint et des premiers enseignements ont pu être tirés de l'étude du comportement des andouillers à l'imprégnation et au séchage. Pour la deuxième livraison d'andouillers (1500 numéros d'inventaire), il est proposé un stockage approprié des pièces en chambre froide avant qu'une décision ne soit prise quant au traitement à mettre en œuvre.

Le deuxième objectif de l'année 2003 était la restauration des clayonnages de grandes dimensions, prélevés sur motte de sédiment. Les pièces ont été installées dans des conditionnements en bois et les mottes stabilisées par consolidation et bouchage au plâtre. Des ré-agréages avec de la craie lacustre provenant du chantier lui-même ont permis d'obtenir une continuité de la lisibilité des vestiges.

Tous les brins ont été consolidés à l'aide d'une résine acrylique en émulsion, et, le cas échéant, refixés sur le sédiment.

Par ailleurs, les bois des séries correspondant aux années les plus anciennes ont été restaurés en 2003. Ainsi, il reste à envisager, pour l'année 2004, la restauration de moins de 200 pièces, dont la plupart de taille modeste.



Andouillers de Chalain

☐ CHALON-SUR-SAONE (Saône-et-Loire) – structures de pont romain

*Interlocuteurs : Louis BONNAMOUR, Rémi GIRARDIN, Musée Denon, Chalon-sur-Saône*

Plusieurs ensembles de pièces de dimensions imposantes, provenant des fouilles sub-aquatiques du Grand Pont de Saône, et dont la lyophilisation avait été effective au cours des années 2001 et 2002, ont été restaurés en 2003 et restitués au Musée Denon. Ces éléments concernent en particulier l'angle d'un caisson de construction d'une des piles du pont romain ; une grosse opération de mise sur support a été menée pour permettre la présentation pédagogique et en volume de cette structure. Ces vestiges ont été présentés dans le cadre d'une exposition retraçant le bilan de la recherche archéologique en Saône.

Par ailleurs, il subsiste à l'Atelier une petite série de

bois traités par la méthode « Nucléart », ainsi qu'une grande membrure lyophilisée ; leur restauration est programmée pour les mois à venir.

☐ CHAMALIERES - Source des Roches (Puy-de-Dôme) - ex-voto gallo-romains

*Interlocuteur : Chantal LAMESCH, Musée Bergoin, Clermont-Ferrand*



Ex-voto de Chamalières - trois phases de la restauration : collage, cambliement, retouche

Cette année encore, la collection des ex-voto de la source des Roches - principalement des représentations en ronde-bosse de bras et de jambes datant du I<sup>er</sup> siècle de notre ère - a constitué une priorité aussi bien au niveau du traitement des dernières pièces humides que de leur restauration.

Les années 2003-2004 verront l'achèvement d'un travail commencé en 1998 : fin 2003, sur un total de 649 ex-voto traités au PEG et lyophilisés, 332 pièces ont été nettoyées, consolidées et conditionnées dans des emballages en carton et 252 intégralement remontés. Une soixantaine de pièces reste encore en attente de nettoyage et de conditionnement dans nos réserves. La très grande majorité des ex-voto se présente en plusieurs fragments. Le remontage s'effectue par collage à l'aide d'une résine acrylique après avoir consolidé les tranches et la surface des bois. Un tenon en acier est parfois inséré pour renforcer l'assemblage. Les fractures sont ensuite comblées avec un mastic en ménageant un faible retrait, garantissant ainsi, après retouche, une certaine lisibilité de la restauration sans nuire à l'intégrité de l'objet.

☐ CHARAVINES Colletière (Isère) - Objets de la vie quotidienne

*Interlocuteurs : Eric VERDEL, Michel COLARDELLE, fouilles de Charavines-Colletière ; Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère*

Au cours de l'année 2003, le rythme des travaux de traitement de conservation et de restauration des collections s'est maintenu à un niveau élevé :

- 110 pièces en bois gorgés d'eau ont été réceptionnées et stockées dans les chambres froides du Laboratoire,

- 161 pièces, qui correspondent aux objets provenant des fouilles 2001 et 2002, ont été mises en traitement « Nucléart »,

- 153 pièces ont été restaurées et restituées au Musée Dauphinois. Il reste donc un peu plus de 200 pièces à ARC-Nucléart, dont la plupart sont à l'état humide, en attente de traitement.

De nombreux fragments de cuir retrouvés sur le site de Colletière, à l'occasion des campagnes de fouilles 2000 et 2001, ont été imprégnés de polyéthylène-glycol 400 et lyophilisés. Ils sont pour l'instant en attente dans les réserves avant que ne soit entrepris leur nettoyage, leur restauration et leur conditionnement. Les cuirs gorgés d'eau provenant des fouilles 2002 et 2003 ont été livrés à ARC-Nucléart en 2003.

☐ CHAVERIA (Jura) - Objets gallo-romains en bois et cuirs

*Interlocuteur : Marie-Jeanne LAMBERT, Musée archéologique, Lons-le-Saunier*

Traitée au PEG, puis lyophilisée, la vingtaine d'objets de la vie quotidienne en fibres ou en bois gorgés d'eau, ont ensuite été nettoyés, consolidés en surface et collés si nécessaire. Ils ont été restitués en début d'année 2004.

☐ CLAIRVAUX (Jura) - objets néolithiques

*Interlocuteurs : Marie-Jeanne LAMBERT, Musée archéologique, Lons-le-Saunier ; Pierre PETREQUIN, CNRS, Université de Franche-Comté*

Intégrés aux livraisons anciennes de Chalain, sont présents à l'Atelier deux petits flotteurs de filets néolithiques, deux manches en bois et les restes d'une boîte en écorce. Les flotteurs, traités depuis l'année 2000, ont été restaurés cette année. Les autres pièces, faisant partie de collections encore plus anciennes du Musée de Lons-le-Saunier, attendent une reprise de restauration. Celle-ci est programmée parallèlement à la campagne 2004 sur les collections néolithiques de Chalain.

☐ DIJON rue de Guise (Côte d'Or) - objets de la vie quotidienne

*Interlocuteur : Annie DUMONT, DRASSM Annecy*

A la demande de l'antenne d'Annecy du DRASSM, souhaitant voir se terminer les opérations de conservation entreprises autrefois au sein de son atelier, un lot d'objets en bois gorgés d'eau (petits éléments de tonnellerie ou de vaisselle), de différentes époques et provenant de différents sites fouillés par

le DRASSM, regroupés sous l'appellation « Dijon-Guise », ont fait l'objet d'opérations de stabilisation et de restauration. Outre des objets de Dijon, on compte deux fragments d'écuelles provenant de Vivy (Maine-et-Loire) et même une écuelle retrouvée dans les landes de Faugeras (Limousin).

Sur ces pièces, Arc-Nucléart a mis en œuvre une méthode de traitement classique par imprégnation de Polyéthylène-glycol suivie d'un séchage par lyophilisation. Elles ont ensuite été nettoyées au pinceau brosse pour éliminer les excès de résine ; pour finir, le collage de certains fragments a été réalisé avec une résine acrylique. Elles seront prochainement conditionnées en vue de leur restitution en 2004.

□ FOS-SUR-MER (Bouches-du-Rhône) - pompe gallo-romaine

Interlocuteur : Jean-Philippe LAGRUE, Service du Patrimoine, Fos-sur-Mer



Pompe de cale de Fos-sur-Mer

Après une année de stockage en réserve, à la demande du Service du Patrimoine de Fos-sur-Mer, la reprise de restauration de ce petit élément naval (petite pompe de cale d'un bateau romain, anciennement lyophilisée à pression atmosphérique) a pu intervenir à l'automne. Un nettoyage complet de la surface et une consolidation ont permis une restitution en volume tout à fait pertinente de ce vestige particulièrement intéressant pour ce qui concerne l'évolution de l'histoire des techniques.

□ GRENOBLE Cathédrale (Isère) - cuvelage de puits (XVII<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteur : Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère

En 2002, la fouille menée par la Conservation du Patrimoine de l'Isère au droit du chevet de la cathédrale de Grenoble a livré les éléments d'un fond de puits datant du XVII<sup>e</sup> ou du début du XVIII<sup>e</sup> siècle. Cette structure, située dans la zone de fluctuation de la nappe phréatique, correspondait certainement à un système de filtration des eaux de pluie, car les douelles qui formaient ses parois étaient percées régulièrement d'orifices de 1 à 2 cm de diamètre.

Ces éléments en bois sont actuellement en traitement par la méthode « Nucléart » (préconisée pour supporter les inévitables contraintes des manipulations de remontage prévues en cas de présentation), tandis que les deux cerclages métalliques formant la liaison entre les douelles ont été confiés au CREAM de Vienne, pour déchloruration et consolidation.

□ IRUN, (Espagne) - structures portuaires romaines

Interlocuteurs : Marian GERENU URZELAI, Arkeolan, Centro de Estudios e Investigaciones Histórico Arqueológicas, Giorgio STUDER, Servicio de Patrimonio Histórico-Artístico, Diputación Foral de Gipuzkoa

Confiés à ARC-Nucléart en 1998, les vestiges du port romain d'Oiasso (70 pieux et 90 petits objets de la vie quotidienne en bois gorgé d'eau) ont été traités par imprégnation de PEG et lyophilisation, opérations suivies d'un nettoyage et du refixage des écorces sur les pieux. Lors d'une réunion avec les responsables de cette collection, il a été décidé de ne pas ré-assembler les grands éléments des troncs, d'une grande fragilité, mais de les juxtaposer au moment de leur présentation muséographique. L'ensemble a été restitué en milieu d'année, après conditionnement adapté.

□ L'ALPE-D'HUEZ. Brandes (Isère) - Objets en cuir (Moyen Age)

*Interlocuteur : Marie-Christine BAILLY-MAITRE, Musée de L'Alpe-d'Huez*

Quelques sachets de fragments de cuirs humides, provenant des mines d'argent de Brandes, ont été traités par imprégnation de PEG 400 et lyophilisés. Parallèlement, le séchage a été poursuivi sur un lot de cuirs livrés semi-secs. Ensuite, quelques collages et doublages ont été réalisés avant le conditionnement de tous les fragments en sachets de polyéthylène et carton sans acide.

Enfin, un dernier lot de cuirs, à l'état sec ou humide, livré ultérieurement a fait l'objet d'un devis pour une intervention de conservation.

□ LA ROCHELLE (Charentes - Maritimes) - élément de charrue gallo-romaine

*Interlocuteur : Service Régional de l'Archéologie, DRAC Poitou-Charentes*

Découvert dans le puits d'une villa gallo-romaine lors de la fouille des Minimes en 1980, cet élément de charrue, en bois gorgé d'eau très dégradé, recouvert d'une peinture récente, a subi un traitement de conservation par imprégnation de PEG suivi d'un séchage par lyophilisation. Une intervention de restauration complémentaire s'est révélée nécessaire. Elle a consisté en un refixage de la peinture très soulevée, suivi d'une consolidation de la surface du bois au moyen d'une résine synthétique. Des collages et des comblements structuraux ont été ensuite effectués. Un conditionnement adapté à la fragilité de la pièce a été réalisé pour la restitution qui a eu lieu en novembre 2003.

□ LANGRES (Haute-Marne) - objets gallo-romains  
*Interlocuteur : Sophie SERRA, Musées de Langres*

Plusieurs petits objets usuels (gobelet, peigne, serpette, etc.) provenant d'un sanctuaire du I<sup>er</sup> siècle découvert à Langres ont été imprégnés de PEG et lyophilisés. Leur restauration est achevée. D'autre part, le traitement d'imprégnation du cuvelage du puits, composé de quatre poutres, est en voie d'achèvement. Elles seront

lyophilisées en mars 2004 et devraient être restituées au Musée d'Art et d'Histoire de Langres au plus vite, afin d'y être exposées.

□ LATTES Port-Arianne (Hérault) - objets en bois et vanneries

*Interlocuteur : Christian LANDES, Musée archéologique, Lattes*

Un petit ensemble d'objets médiévaux en bois (dont trois peignes), exhumé dans un paléo-chenal à Port Arianne, sur la commune de Lattes, a vu son traitement s'achever. Il a été suivi d'une opération de restauration simple à mener. Pour ce qui concerne les deux nasses (dont une particulièrement complète), le cahier des charges pour leur restauration et leur mise sur support de présentation a été établi avec le conservateur du Musée de Lattes. La réalisation des supports sera certainement réalisée vers la fin de l'année 2004.

□ LE HAVRE (Seine-Maritime) - octant (XVIII<sup>e</sup>-siècle)

*Interlocuteur : INRAP Grand-Ouest*

Un octant a été découvert en février 2003 sur l'épave SS6 fouillée par le DRASSM au Havre. On observe une marque de fabricant sur cet objet : «Cochrane Guernesey», ce qui laisserait supposer qu'il s'agit de l'épave «La Fanny», armée à Jersey, transportant du fer en lingots, partie de Coatbridge et naufragée en 1848 à l'entrée de la Seine.

Ses matériaux n'étant pas dissociables, il s'agit d'assécher dans les meilleures conditions un objet «à quatre composantes»: un bois d'ébène, des parties en ivoire et en bronze et des miroirs de visée en verres colorés. L'emploi des PEG ou de résine est superflu compte tenu de la dureté du bois qui est peu réceptif à l'imprégnation. Nous préconisons donc pour cet objet un séchage contrôlé très lent avec un suivi par pesées. Cependant, l'ivoire fera l'objet de soins particuliers préalablement au séchage : une extraction des oxydes métalliques qui ont diffusés dans la surface poreuse et qui l'assombrissent ainsi qu'une consolidation avec une résine en



émulsion afin de limiter les risques de fissurations et de desquamations. Cette intervention est planifiée au premier trimestre 2004.



Octant de l'épave de « La Fanny » - Le Havre

❑ LETHILLOT (Vosges) – objets des mines de cuivre (époque moderne)

Interlocuteur : Francis PIERRE, Société d'Etude et de Sauvegarde des Anciennes Mines

La petite série de cinq pièces en bois gorgés d'eau, livrée en 2001 et constituée de petits équipements de mineurs (sabot incomplet -bois et cuir-, fragment d'échelle monoxyde, petite « auge » ayant servi à débayer le minerai), a été lyophilisée puis restaurée en 2003. La restitution de ce mobilier devrait intervenir au premier trimestre 2004.

❑ LIMOGES Place de la Motte (Haute-Vienne) - objets de la vie quotidienne (Moyen Age)

Interlocuteur : Véronique NOTIN, Musée de l'Evêché, Limoges

Parmi l'important ensemble de cuirs mis au jour en 1995 et traités par imprégnation de polyéthylène-glycol 400 et lyophilisation, trois chaussures de grande qualité et finesse des coutures ont pu être remontées grâce aux opérations suivantes : collage et refixage des couches de cuir délaminiées avec de la Mowilith DMC2, doublage des déchirures et des parties fragiles par un non-tissé polyester, restitution des coutures à partir des trous d'origine. Une mise sur support de mousse adapté à la morphologie du cuir a complété la restauration en vue d'une présentation au public.

Tous les autres fragments de cuir, non remontables, ont fait l'objet d'un conditionnement dans des sachets en polyéthylène, par types de pièces afin d'en faciliter une étude ou une présentation ultérieures. Les treize objets en bois de la même collection, traités par PEG et lyophilisation, ont également été restitués.



Chaussure en cuir de Limoges avant restauration

après restauration



❑ LISIEUX (Calvados) bouchon de cruche en bois (La Tène)

Interlocuteur : Gaël LEON, INRAP Grand-Ouest

Nettoyé et consolidé en surface avec une résine acrylique, après traitement par imprégnation de PEG et lyophilisation, ce bouchon de cruche a été restitué dans le courant de l'année.

❑ LONS-LE-SAUNIER (Jura) - canalisation

Interlocuteur : Marie-Jeanne LAMBERT, Musée archéologique, Lons-le-Saunier

Il s'agit un tronçon de canalisation en bois destinée à l'acheminement de la saumure, d'époque indéterminée, donné au musée sans indication de provenance (« don Barbet »). Au cours de l'année 2003, les opérations d'imprégnation de résine styrène-polyester se sont poursuivies normalement, dans la perspective d'une radio-polymérisation au cours du premier semestre 2004.

❑ LYON Terreaux (Rhône) - objets de la vie quotidienne (Moyen Age)

Interlocuteur : Simone BLAZY, Musée Gadagne, Lyon

Conformément à la priorité définie en début d'année 2003, la réalisation de supports adaptés, en métal et en plexiglas, pour deux grands paniers tressés, un tonnelet (initialement identifié comme un seau) et les éléments constitutifs d'un entonnoir, a été menée à bien. Ceci a permis terminer les travaux entrepris il y a plusieurs années sur cette collection, en rendant présentables des pièces complexes ayant un intérêt muséographique certain.

❑ LYON Tolozan (Rhône) - bateau fluvial antique

Interlocuteurs : Jacques LASFARGUES, Hugues SAVAY-GUERRAZ, Musée de la civilisation gallo-romaine, Lyon

Les vestiges d'une embarcation gallo-romaine datée du 1er siècle après J.-C. ont été découverts en 1990 sur la berge du Rhône à l'occasion de travaux Place Tolozan. L'épave, très dégradée et incomplète, présentait cependant des particularités en matière d'architecture navale. On citera principalement l'assemblage permettant de lier les planches du bordé

entre elles caractérisé par l'emploi alterné de :

- languettes placées dans des mortaises creusées dans la tranche des planches, mais non bloquées par des chevilles,

- de clous enfoncés depuis l'intérieur et recourbés de façon à pénétrer dans la tranche de la planche de bordé voisine.

Un support métallique a ensuite été conçu et réalisé dans la perspective d'une présentation muséographique. L'ensemble a été restitué en fin d'année.

La spécificité de la construction de cette embarcation et la forte dégradation du bois ont conduit le Musée de la civilisation gallo-romaine à n'en conserver qu'une section représentative.

Le procédé « Nucléart » a été retenu pour garantir la meilleure consolidation du bois.



Élément de bateau fluvial antique de Lyon Tolozan



□ LYON Vaise (Rhône) - cuvelages de puits gallo-romains

*Interlocuteurs : Jacques LASFARGUES, Hugues SAVAY-GUERRAZ, Musée de la civilisation gallo-romaine, Lyon*  
Ces deux cuvelages de puits, particulièrement remarquables, ont fait l'objet, depuis leur arrivée à ARC-Nucléart, de traitements de conservation adaptés à l'état des bois, (imprégnation de PEG et lyophilisation ou méthode « Nucléart »), d'une restauration et d'une mise sur supports de présentation réalisés sur mesure. Ils ont été restitués à la fin de l'année 2003.

□ MARSEILLE Place Jules-Verne (Bouches-du-Rhône) - bateau grec (VI<sup>e</sup> siècle avant J.C.)

*Interlocuteurs : Myriame MOREL, Musée d'Histoire de Marseille ; Patrice POMEY, Centre Camille Julian*

L'épave grecque J.V.7, datée des premières décennies suivant l'implantation des colons phocéens à Marseille, a connu une nouvelle étape dans son traitement de stabilisation du bois. Après une imprégnation de polyéthylène glycol par brumisation pendant trois années, tous les éléments de l'épave ont été sortis

du bassin de traitement en avril 2003. Ils ont été installés dans des locaux climatisés dont on abaisse progressivement le taux d'humidité relative afin d'assurer un séchage contrôlé du bois. Quelques sondes implantées à cœur du bois permettent de suivre l'évolution de la résistivité électrique. Celle-ci traduit l'évolution du séchage. Par extrapolation, on envisage la fin du séchage dans le courant du premier semestre 2004.



Sortie de la cuve d'imprégnation



Éléments de J.V.7 en cours de séchage dans l'enceinte climatisée

La surface du bois est, par endroits, assombrie par des excès de polyéthylène glycol. Un travail de nettoyage est en cours. Une dilution superficielle à l'eau chaude permet d'éclaircir notablement le bois.



Dispositif de climatisation



Nettoyage en cours

□ MILLAU (Aveyron) – reliquaire médiéval

Interlocuteur : Association *Fan Mage*

Un petit reliquaire en bois contenant un os d'enfant a

été retrouvé dans les années soixante lors de travaux de réfection de la chapelle de Saint-Amans-de-Bouffiac (XII<sup>e</sup> siècle), dans l'Aveyron. Un bris de la tête de l'os a nécessité une intervention de restauration pour restructurer cette extrémité. Cette restauration a été mise à profit pour nettoyer la surface du coffret en bois, ce qui n'avait jamais été fait depuis sa découverte. Enfin, un conditionnement approprié a été réalisé afin d'éviter, lors des prochaines manipulations, une nouvelle détérioration de l'os qui reste très fragile.

□ SAINT-AUBIN Conduite de l'Éthylène (Jura) - objet en bois

Interlocuteur : Marie-Jeanne LAMBERT, Musée archéologique, Lans-le-Saunier

Ce fragment d'objet en bois tourné, de type et d'époque indéterminés, a été imprégné de Polyéthylène-glycol et lyophilisé en 2002-2003. Il sera restauré et restitué en début d'année 2004.

□ SAINT-GENGE, objets de la vie quotidienne (La Tène)

Interlocuteur : Guy LINTZ, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Limousin

Les douze objets en bois gorgés d'eau de cette collection ont d'abord été consolidés par imprégnation de PEG et séchés par lyophilisation, puis nettoyés et conditionnés en vue de leur restitution en octobre 2003.

□ SAINT-MALO La Natière - bateau corsaire (XVIII<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteurs : Elisabeth VEYRAT, Michel L'HOUE, DRASSM ; Philippe PETOUT, Musées de Saint-Malo

La mise en dépôt de la collection archéologique de « La Natière » par l'État auprès la Ville de Saint-Malo étant désormais acquise, un appel d'offre a été lancé pour la conservation des nombreux vestiges découverts sur les épaves de ce site d'une grande richesse.



Réception de la collection de Saint-Malo La Natière



Saint-Malo La Natière – mantelet de sabord

ARC-Nucléart a été retenu à l'issue de cette consultation et plus de 540 objets en matériaux organiques issus des fouilles 1996-2002 lui ont été confiés: une grande majorité d'objets en bois mais aussi des composites bois/cuir, bois/métal, bois/cordage, des ivoires, des cuirs, des textiles et des objets en os. Ils dépeignent la vie à bord d'un équipage de navire corsaire au XVIII<sup>e</sup> siècle. L'état de conservation des objets, leur diversité et les informations dont ils sont porteurs en font une collection exceptionnelle : instruments de navigation (bâton de Jacob, quartier de Davis), outils de charpentier de marine (trusquin, tarière, varlope, herminette, etc.), nombreux éléments

de grément (poules de toutes tailles et de toutes sortes, cabillot, moque), nombreux objets de la vie quotidienne (étui de pipe, gobelets, cuillères, souliers, toile de hamac, peigne, dé à jouer, balai, etc.), outils de tonnellerie, fragments d'architecture, etc.

Six mois après leur arrivée au laboratoire, la phase préliminaire de nettoyage, de caractérisation et de conditionnement pour les traitements est en voie d'achèvement. C'est à cette occasion qu'un diagnostic précis a été porté sur chaque objet afin d'adapter la méthode de traitement aux différents degrés et profils de dégradation constatés (imprégnation de polyéthylène-glycol, imprégnation de résine styrène-polyester ou autre méthode) et aux possibilités futures de restauration (éventualité d'un remontage). Lors de cette période de réception et de préparation des objets, deux spécialistes ont également pu intervenir sur la collection afin d'étudier les essences botaniques et la typologie des objets en cuir.

A ce jour, les imprégnations ont débuté sur deux lots de bois (l'un en polyéthylène-glycol, l'autre en acétone) et le traitement de tous les cordages par imprégnation dans une solution de polyéthylène-glycol 400, de glycérol et d'hydroxy-éthyl cellulose, s'achève.



Saint-Malo La Natière – Glène de cordage en cours de nettoyage, avant traitement



Mise en lyophilisation des cordages de l'épave de La Natière, Saint-Malo



Objets en bois de l'épave de La Natière, Saint-Malo, sur étagère de traitement

□ SAINT-QUAY-PORTRIEUX (Côtes d'Armor) - instrument de navigation (XVIII<sup>e</sup> siècle)

*Interlocuteur : Jeanne-Yvonne SIMON-HAMEL, Musée d'Art et d'Histoire, Saint-Brieuc*

Un fragment d'arbalétrille ou « bâton de Jacob » en bois d'ébène, découvert en 1994 sur le site des Poulins au large de Saint-Quay-Portrieux, a été confié à ARC-Nucléart par le Musée de Saint-Brieuc. Il a fait l'objet d'un traitement par imprégnation de polyéthylène-glycol et lyophilisation, puis d'un nettoyage de surface et a été restitué en fin d'année. Une brosse en bois gorgé d'eau provenant du même site sera traitée en 2004.

□ SAINT-SAVIN (Vienne) - chaussures en cuir (Moyen Age)

*Interlocuteur : Service Régional de l'Archéologie, DRAC Poitou-Charentes*

Les fragments de tiges de deux chaussures en cuir découvertes dans une sépulture médiévale en 1995, traités par imprégnation de polyéthylène-glycol 400 et lyophilisation, ont fait l'objet d'une restauration préventive (consolidation complémentaire du cuir par doublage) sans but de présentation et ont été restitués au SRA Poitou-Charentes.

□ SAINT-YRIEIX - Les Fouilloux (Haute-Vienne) - bois d'étagage d'une mine d'or gauloise

*Interlocuteur : Martine FABIOUX, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Limousin*

Quelques bois d'étagage de la mine d'or gauloise des Fouilloux, stockés à ARC-Nucléart en attente d'un financement du traitement depuis 1995, ont été sélectionnés par les archéologues en vue d'une exposition dans le futur musée de l'or de la Communauté de Communes du Pays de Saint-Yrieix : une dizaine de planches, poussoirs, montants et troncs servant à consolider les galeries de cette mine font actuellement l'objet d'un traitement de conservation et de restauration. Les bois humides seront lyophilisés au premier trimestre 2004 après

avoir été imprégnés de PEG 4000 ; les bois arrivés secs feront, quant à eux, l'objet d'une consolidation poussée à l'aide d'une résine avant l'automne 2004.

□ SAINTES-MARIES-DE-LA-MER (Bouches-du-Rhône) - Fourreau de glaive gallo-romain

*Interlocuteur : Jacques REBIERE, Laboratoire de Conservation-Restauration, et Recherches Draguignan*

Un fourreau de glaive romain, trouvé au large des Saintes-Maries de la Mer, a été traité conjointement par les ateliers de Draguignan, Nantes et Grenoble. Après une déchloruration et un nettoyage des oxydes ferreux par ARC'Antique, le fourreau a été confié à ARC-Nucléart par le Laboratoire de Draguignan, responsable de l'opération, pour être traité par Polyéthylène glycol et lyophilisation. La restauration s'est attachée à améliorer l'aspect de surface, en éliminant les dernières concrétions fragilisées par le traitement, et à donner de l'éclat aux fibres du bois. Puis un remontage et une ré-association des deux moitiés du fourreau (dont l'une a été anciennement arrachée) ont été entrepris. L'atelier de Draguignan, de son côté, a opéré le ré-assemblage des parties métalliques constitutives du fourreau, ainsi que la présentation conjointe de la lame et du fourreau sur un support adapté.

□ SARREBOURG (Moselle) - objets de la vie quotidienne (III<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècles)

*Interlocuteurs : Olivier CAUMONT, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Lorraine ; Dominique HECKENBENNER, Musée du Pays de Sarrebourg*

Le SRA Lorraine a fait appel au Laboratoire pour la conservation d'objets très divers en bois et en composite bois/fer datés du III<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle et provenant d'une fouille réalisée sur le site du nouveau musée de Sarrebourg en l'an 2000. Pour l'ensemble de la collection, un traitement par imprégnation de polyéthylène-glycol suivi d'une lyophilisation a été choisi. Les objets de petite taille (serpe, épée d'enfant en bois, deux semelles de chaussure en bois, écuelle,

cuillère, etc.) ont été traités, restaurés et restitués au musée. En revanche, le traitement d'imprégnation des éléments de plus grande envergure (le cuvelage d'un bassin gallo-romain et une poutre) a débuté à la fin du premier trimestre 2003 et se poursuivra pendant un an.



Sarrebourg : socques en bois après restauration



Sarrebourg : objets restaurés

□ SEMECOURT (Moselle) - cuvelage de puits gallo-romain

*Interlocuteur : Olivier CAUMONT, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Lorraine*

Les quinze douelles de tonneau composant ce cuvelage de puits ont été livrées au laboratoire en septembre 2003. Leur traitement par imprégnation de PEG commencera en mars 2004.

□ TREMERY (Moselle) - cuvelage de puits (La Tène)

*Interlocuteur : Olivier CAUMONT, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Lorraine*

Plusieurs coins, baguettes et copeaux de bois ainsi qu'un cuvelage de puits datant de 210 avant notre ère, nous ont été confiés par le SRA Lorraine. Le lot de bois imprégnés de polyéthylène-glycol 4000 a été lyophilisé en début d'année et a fait l'objet d'un complément de nettoyage et de consolidation. Le cuvelage a été placé en imprégnation de polyéthylène-glycol 4000 cet automne : son séchage par lyophilisation est programmé à la fin de l'année 2004.

□ VILLEFRANCHE-SUR-MER (Alpes-Maritimes) - épave de *La Lomellina* (XVI<sup>e</sup> siècle)

*Interlocuteurs : Max GUEROUT, Groupe de Recherche en Archéologie Navale ; Marie-Dominique PARCHAS, Musée National des Arts et Traditions Populaires*

Fouillée par le GRAN pendant neuf campagnes successives entre 1982 et 1990, l'épave de *la Lomellina* a permis des progrès considérables dans la compréhension de la construction des navires génois des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles.

Notre effort a porté cette année sur la préparation et la mise en traitement des dernières pièces humides de la collection. Parmi les nombreux objets en bois prélevés sur le site, ARC-Nucléart s'est vu confié la conservation de quatre roues de canons et de nombreux éléments de grandes barriques qui sont aujourd'hui en traitement.

Des supports en contreplaqué ont été réalisés afin de pouvoir manipuler facilement et supporter au mieux les roues d'artillerie pendant les différentes phases



de leur traitement. Elles sont aujourd'hui conservées en eau dans l'attente du début, en janvier 2004, d'un traitement de brumisation de polyéthylène-glycol 4000 à saturation.

D'autre part, des éléments de tonnellerie (douelles, fonds et couvercles), très dégradés en surface, ont été conditionnés de manière particulière avant leur immersion : les douelles ont été placées sur champs afin de ne pas écraser leur surface externe très fragile. Un support plastique sur lequel sont fixées des cales a été réalisé sur mesure à cet effet. Tous ces éléments sont en immersion depuis le mois d'octobre et feront l'objet d'un traitement d'imprégnation classique à

base de PEG 400 et 4000 suivi d'une lyophilisation. Par ailleurs, le traitement de la partie supérieure d'un sep de drisse longue de 2,95 mètres s'est achevé. L'imprégnation au polyéthylène glycol 4000 s'est déroulée pendant 19 mois. Après la phase de séchage par lyophilisation, nous avons procédé à un nettoyage complet et une consolidation générale de la pièce (nettoyage des excès de résine, refixage des écailles et des fragments de bois, vernissage de la surface et également atténuation par abrasion et retouches colorées des marques laissées par les manipulations et le support de traitement). Cette pièce est en attente de restitution dans les réserves d'ARC-Nucléart.



Villefranche-sur-Mer, La Lomellina, roues d'affût de canon



Conditionnement des éléments de tonnellerie provenant de l'épave de La Lomellina



Sep de drisse provenant de l'épave de La Lamellina

❑ **COLLECTIONS CHINOISES** - sculptures funéraires - Période des Royaumes Combattants (V<sup>e</sup> - II<sup>e</sup> siècle avant J.-C.)

Les pratiques funéraires chinoises, pendant la période des Royaumes Combattants (475-221 avant J.-C.), 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 qu'un grand nombre d'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.

De très beaux objets provenant de ce type de tombes nous ont été confiés. Ces statuettes en bois peint ou laqué sont imprégnées de polyéthylène glycol puis lyophilisées, selon une procédure adaptée au délicat problème de la conservation des décors.

## 1-1-5 Collections en attente

❑ **AGEN** (Lot-et-Garonne) - objets gaulois  
Interlocuteur : Marie-Dominique NIVIERE, Musée des Beaux-Arts, Agen

La situation administrative de cette importante collection d'objets de la vie quotidienne, confiés à ARC-Nucléart en 1994, est toujours en attente de règlement. La dévolution à un musée devrait permettre la mise en œuvre des dernières opérations de restauration de l'ensemble des pièces. Les deux seaux, d'une exceptionnelle qualité, alliant bois et divers métaux, déjà restaurés, seront présentés dans une exposition à Toulouse et Agen en 2004-2005.

❑ **BOULIAC** (Gironde) - bateau fluvial (XVII<sup>e</sup> siècle)  
Interlocuteurs : Dany BARRAUD, Pierre REGALDO, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Aquitaine  
Présents dans les bassins de l'atelier depuis 1991, les nombreux éléments de cette épave entièrement

démontée, sont, depuis cette époque, en attente de traitement. La question du devenir de ce vestige, classé au titre des Monuments Historiques lors de sa découverte, est étroitement liée à sa dévolution à un établissement susceptible de le prendre en charge pour en assurer la conservation et la présentation au public.

□ BORDEAUX (Gironde) - pressoir médiéval  
*Interlocuteurs : Dany BARRAUD, Pierre REGALDO, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Aquitaine*

Les éléments d'un pressoir, datant probablement du XIV<sup>e</sup> siècle, découverts lors d'une fouille d'archéologie préventive sur les quais à Bordeaux en 2002, ont été livrés à ARC-Nucléart en juillet 2003. Il s'agit d'un ensemble de six poutres en chêne, en bois peu dégradé, de 3.30 m à 4.20 m de longueur : quatre de ces poutres comportent à leurs extrémités des mortaises, deux en revanche des tenons. Un nettoyage et des travaux de conditionnement et de manutention de ces bois sont prévus début 2004, afin que l'INRAP puisse en réaliser une étude. La typologie et les résultats de prélèvements de matières devraient permettre de déterminer la fonction exacte de ces vestiges et leur intérêt historique.

□ LYON Parc Saint-Georges (Rhône) - Objets de la vie quotidienne et pirogue médiévale  
*Interlocuteurs : Grégoire AYALA, INRAP Rhône-Alpes-Auvergne ; Michel LENOBLE, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Rhône-Alpes*

Au cours de l'année 2003, l'INRAP nous a confié pour stockage les objets en bois gorgés d'eau et les objets composites bois/métal issus des fouilles du parc Saint-Georges à Lyon. Il s'agit d'objets de toutes époques et de toutes catégories (épées, écuelle, fuseaux, machette, dague, outils, cuillères, etc.). Le choix des objets à conserver et à restaurer devrait être réalisé, à l'issue de la fouille, par les conservateurs des musées auxquels les objets seront dévolus. Un lot de cuirs nous a également été livré à titre d'échantillons.

Un important fragment de pirogue médiévale, découvert en automne 2003, très intéressant quant à sa typologie, a également été livré à ARC-Nucléart pour stockage dans l'attente d'une éventuelle décision de traitement.

□ NOYEN-SUR-SEINE (Seine-et-Marne) - pirogue médiévale  
*Interlocuteur : Jean-Bernard ROY, Musée de la Préhistoire, Nemours*

La pirogue carolingienne de Noyen-sur-Seine est toujours, à l'heure actuelle, en stockage provisoire à l'Atelier, en attente de la réalisation d'une vitrine adaptée au Musée de Nemours. Les dernières prévisions laissent à penser qu'un déménagement pourrait intervenir avant la fin de l'année 2004.

□ PARIS Carrousel (Seine) - objets de la vie quotidienne (Moyen Âge)  
*Interlocuteur : Geneviève BRESC-BAUTIER, Musée du Louvre, Département des Sculptures*

Confiés à ARC-Nucléart par le SRA Ile-de-France au moment de leur découverte, lors des fouilles des jardins du Carrousel en 1991, une trentaine d'objets de la vie quotidienne, en bois gorgé d'eau, ont été traités et restaurés, à l'exception d'un baquet pour lequel aucune décision de remontage n'a été prise, et sont en attente de restitution au Musée du Louvre qui en est l'affectataire.

La très intéressante et importante série de cuirs humides (chaussures et autres objets tels que bourses, sacs, fourreaux) a subi un traitement de consolidation par imprégnation de PEG et un séchage par lyophilisation. L'ensemble est en attente d'une décision de remontage de certaines pièces avant restitution.

□ PORT- VENDRES (Pyénées-Orientales) - éléments d'épaves antiques  
*Interlocuteurs : Jean-Luc MASSY, Marie-Pierre JEZEGOU, DRASSM*

Plusieurs séries d'objets provenant de diverses épaves

fouillées au large de Port-Vendres ont été traitées au Laboratoire depuis 1994. L'abandon du projet de construction d'un musée maritime à Port-Vendres, auquel ces collections étaient destinées, a donné un coup d'arrêt aux travaux de restauration envisagés. Une hypothèse de stockage de ces vestiges dans un dépôt de fouilles du DRASSM est à l'étude, dans l'attente d'une dévolution à un autre musée.

❑ SAINT-GERMAIN-DES-FOSSES (Allier) - sarcophage mérovingien

Interlocuteur : Frédéric LETTERLE, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Auvergne

Confié à ARC-Nucléart au moment de sa découverte en 1990, ce sarcophage monoxyle en bois gorgé d'eau, a rapidement été traité par nos soins, pour des raisons impératives de sauvegarde. Faute d'un musée affectataire dans la région concernée, il est, depuis, toujours conservé dans nos réserves, dans l'attente d'un règlement de sa situation administrative.

❑ SAINT-JULIEN-DU-SAULT (Yonne) - cuvelages de puits gaulois

Interlocuteur : Jean-Olivier GUILHOT, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Bourgogne

Un ensemble de petits objets de la vie quotidienne en bois gorgés d'eau, dont le traitement de conservation, pris en charge par le SRA Bourgogne, a déjà été effectué, sera restitué en 2004, après quelques travaux de restauration. Les éléments de deux cuvelages de puits ont également été confiés à ARC-Nucléart en 1998. Ces vestiges, du fait de leur grande fragilité, ont été traités, bien que leur destination finale soit inconnue, et sont actuellement dans nos réserves, en attente d'une décision quant à leur devenir.

❑ TOULON Besagne-Dutasta (Var) - bateaux gallo-romains

Interlocuteur : François-Xavier AMPRIMOZ, Musées de Toulon

Des fouilles archéologiques urbaines menées à

Toulon en 1987 et 1988 ont conduit à la découverte de deux barques antiques datées du I<sup>er</sup> siècle après J.-C. et trois fonds de carène d'épaves romaines plus récentes, confiées à ARC-Nucléart en 1988.

En 2003, la Ville de Toulon a manifesté le désir de faire aboutir la question du traitement des fonds de carène et celle de la restauration des deux barques, ayant déjà subi un traitement de conservation.

A la suite de plusieurs réunions et d'un certain nombre de propositions présentées par ARC-Nucléart, la Ville de Toulon souhaite désormais orienter la priorité vers l'étude et la restauration des barques. De nouvelles réunions de travail, début 2004, devraient permettre des prises de décisions sur les travaux à entreprendre prochainement.

❑ TOURVILLE-LA-RIVIERE (Seine-Maritime) - objets néolithiques en bois

Interlocuteur : Muriel LEGRIS, Service Régional de l'Archéologie, DRAC Haute-Normandie

Des fragments d'arc et de planche, confiés à ARC-Nucléart en 1998, devraient être mis en traitement en 2004, après accord du SRA de Haute-Normandie.



Mise en traitement des bois dans le grand bassin d'imprégnation de polyéthylène glycol

## I-2 Concours pour la sauvegarde des biens culturels des communes de France

### Remise des prix 2002

Les cinq œuvres lauréates, appartenant à quatre communes françaises, ont été restaurées au cours du premier trimestre 2003.

❑ LABERGEMENT-LES-SEURRE (Côte-d'Or) - statues de saint Pierre et de saint Paul (XVIII<sup>e</sup> siècle) Une étude attentive de ces deux œuvres en bois peint a révélé qu'elles forment un ensemble cohérent, exécuté selon la même technique et qui n'a, sans doute, jamais été dissocié.

Afin de limiter les pertes de polychromie lors des manipulations indispensables à leur restauration, il a été procédé à un refixage préventif des soulèvements de la couche picturale au moyen d'une résine acrylique. Après désinsectisation par irradiation gamma, les sculptures ont été soigneusement dépoussiérées et débarrassées de la sciure de bois provoquée par l'attaque d'insectes xylophages, puis consolidées en profondeur par injection d'une résine vinylique. Après trois semaines d'un séchage lent, deux fragments désolidarisés de la base de saint Pierre ont été collés avec une colle blanche, opération suivie d'un comblement des fentes les plus importantes qui fragilisaient la base des statues et interrompaient la lecture des volumes sculptés. Le bois apparent, au revers et sur la base, a ensuite été nettoyé. En ce qui concerne la polychromie, constituée d'une couche originale très lacunaire et de deux repeints, il a été décidé de dégager chimiquement, au moyen de cotons imprégnés d'éthanol, le dernier repeint en mauvais état de conservation et de privilégier le premier. Après quelques petits complements au niveau des visages et des têtes, des restitutions colorées ont été effectuées avec des peintures acryliques. L'opération finale de l'intervention a consisté en une application d'une couche protectrice de cire micro-cristalline.

❑ LES AUTHIEUX-SUR-CALONNE (Calvados) - antependium en cuir (XVIII<sup>e</sup> siècle)

Ce devant d'autel, conservé dans l'église du village, est constitué de huit éléments en cuir doré et peint, réemployés après avoir sans doute appartenu à une tenture murale d'usage civil.

Après dépose du châssis auquel il était fixé par de gros clous en fer forgé, le cuir a été dépoussiéré puis dégrasé et nettoyé des traces de peinture blanche moderne affectant sa lisière. Les bords déchirés de certaines coutures ont ensuite été consolidés par des doublages localisés en non-tissé polyester avant restitution des coutures d'assemblage des carreaux avec du fil de lin, en réemployant les coutures d'origine. Les lacunes provoquées par les clous ont été comblées au moyen d'une pâte flexible colorée dans la masse.

L'ensemble de la couche picturale a ensuite reçu une couche de Paraloid F10 destinée à la consolider et à protéger de l'oxydation l'argent recouvrant le cuir, à nu à certains endroits.

Des retouches, au moyen de peintures acryliques, ont été effectuées sur les zones de la couche picturale présentant des lacunes.

Le châssis a, quant à lui, été désinsectisé par irradiation gamma puis consolidé par application d'une résine acrylique. Son assemblage par tenons/mortaises a été vérifié.

La remise en place du cuir sur le châssis a été effectuée au moyen d'un système d'accrochage Velcro, agrafé sur le bois, collé sur le cuir par l'intermédiaire d'une toile polyester.

❑ SAINT-JULIEN-LE MONTAGNIER (Var) - soufflet de forge (milieu XIX<sup>e</sup> - milieu XX<sup>e</sup> siècle)

Utilisé par deux générations de charbons entre 1858 et 1940, ce soufflet en bois, en cuir et en fer avait subi l'attaque d'insectes xylophages et a donc fait l'objet,

en priorité, d'une désinsectisation par irradiation gamma. Il a ensuite subi un dépoussiérage complet par aspiration, à l'intérieur et à l'extérieur, complété par un brossage au micro-tour de la surface du cuir et des éléments métalliques et par un nettoyage, avec un détergent non-ionique, du cuir et des parties en bois, suivi d'un rinçage. Les zones en bois les plus fragiles ont été consolidées par imprégnation d'une résine acrylique diluée et comblement des lacunes avec une pâte à bois, puis retouchées avec des couleurs acryliques. Les éléments métalliques ont été passivés au moyen d'un complexant chimique puis protégés par une couche de Paraloid F10.

En raison de la rigidité du cuir et de son retrait, aucune intervention n'a été effectuée pour réparer les quelques déchirures anciennes peu étendues, mais de nouveaux liens ont été réalisés dans un cuir de conservation pour permettre la repose des clapets mobiles. Afin de parfaire sa protection, l'ensemble du soufflet a finalement été ciré avec des cires spécifiques à chaque matériau.

❑ SAINT-VALÉRY-EN-CAUX (Haute-Normandie) - élément de retable (début XVI<sup>e</sup> siècle)

Représentant une descente de croix, cet élément de retable de grande qualité mais fragilisé, en particulier, par l'attaque d'insectes xylophages, a dû être désinsectisé par irradiation gamma, après qu'un refixage préventif, au moyen d'un mélange de cire et de résine, ait consolidé les restes de polychromie. Un dépoussiérage soigneux au pinceau a permis l'élimination de la sciure de bois. Il a été suivi d'une consolidation de l'œuvre en profondeur par injection d'une résine vinylique. Après un séchage lent de trois semaines, est intervenu le refixage définitif de la polychromie, très lacunaire, opération délicate effectuée au moyen de cire-résine ou de résine acrylique selon la nature des couches picturales à conserver. Toute la surface du bois apparent a ensuite été nettoyée. Du fait d'altérations irrégulières, il a été nécessaire d'homogénéiser la teinte du bois par application de compresses imprégnées d'un

mélange de solvants. Une fois achevé le nettoyage de la dorure et des différentes traces de polychromie, des retouches colorées ont permis de redonner une homogénéité d'ensemble à l'œuvre sur laquelle a été appliquée, enfin, une couche de cire micro-cristalline destinée à satiner le bois et le protéger de la poussière.

### Lauréats de l'édition 2003



*Proclamation des résultats du concours 2003 au Salon des Maires, Porte de Versailles*

Pour la deuxième édition du concours, une trentaine de communes, réparties dans toute la France, ont envoyé un dossier de candidature pour la restauration d'une œuvre ou d'un objet en bois et/ou en cuir. Sur les vingt-deux dossiers retenus car relevant des compétences de l'atelier ARC-Nucléart en matière de conservation-restauration, vingt concernaient le patrimoine religieux (statuaire ou mobilier) et deux les arts et traditions populaires.

Le jury, réuni le 8 octobre 2003, a sélectionné quatre lauréats dont les noms ont été dévoilés le 19 novembre au Salon des maires et des collectivités locales. Il s'agit des communes de :

- CHABRIGNAC (Corrèze), pour la restauration du tambour de l'ancien garde-champêtre du village (début du XX<sup>e</sup> siècle).

- ESPALION (Aveyron), pour la restauration d'un Christ en croix, instrument de procession en papier mâché polychromé (XVII<sup>e</sup> siècle).

- LA FLECHE (Sarthe), pour la restauration d'une statue de saint Germain en bois polychromé (XVI<sup>e</sup> siècle).

- SENONCHES (Eure-et-Loir), pour la restauration d'une statue de sainte Marthe, en bois polychromé (fin XVI<sup>e</sup> - début XVII<sup>e</sup> siècle).

Le traitement de conservation-restauration des oeuvres, dont les opérations se dérouleront au cours du premier semestre 2004, sera offert aux communes lauréates par le CEA.

### 1-3 Objets en bois sec

#### Désinfection, consolidation

Plus de 60 m<sup>3</sup> d'objets ont été désinsectisés ou désinfectés par rayonnement gamma en 2003, parmi lesquels des collections ethnographiques, archéologiques ou de statuaire provenant de divers musées (Musées des Pays de l'Ain, Conservation du Patrimoine de l'Isère, Musée d'Annecy), mais aussi du mobilier, de la statuaire ou des objets divers pour le compte d'une vingtaine de clients indépendants, ébénistes, restaurateurs et particuliers le plus souvent de la région Rhône Alpes.

Les éléments d'une roue de turbine en bois (Hydrelec) et 5 statues de l'église de Lullin (Haute-Savoie) ont été consolidés par imprégnation et radio-polymérisation de résine polyester styrène. 11 pains de campagne ont aussi été consolidés par cette même technique afin d'assurer leur conservation (illustration d'une scène ethnographique pour les Musées des Pays de l'Ain).

Les anges de l'église de Beauvallon (Drôme) ont été restitués après traitement de consolidation.

### 1-4 Cuirs historiques

□ CHAMBORD (Loir-et-Cher - véhicules hippomobiles (XIX<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteur : Vincent COCHET, Conservation régionale des monuments historiques, DRAC Centre



Coupé de gala, château de Chambord

En 2003, des travaux de restauration ont été effectués sur deux des trois véhicules conservés dans les collections du château de Chambord qui avaient fait l'objet, l'année précédente, d'une étude préalable.

C'est sur les éléments en cuir d'une calèche « à la Daumont » et d'un coupé de gala, construits en 1870-71 par les frères Binder, qu'ont porté les opérations réalisées pour partie à Chambord, pour partie dans les ateliers d'ARC-Nucléart.

Après un dépoussiérage général de la voiture et un nettoyage chimique du cuir à l'aide d'un détergent non-ionique, la laque recouvrant le cuir des panneaux latéraux, les custodes, a été consolidée avec une résine acrylique souple, ce qui lui a également permis de retrouver son aspect brillant d'origine. Les zones

écaillées ont ensuite été retouchées au moyen de peintures acryliques.

Les autres éléments en cuir ont été nettoyés et cirés avec une cire micro-cristalline. Ceux qui présentaient des déchirures comme le marchepied droit, la couverture et le tablier de la calèche, ont été démontés puis consolidés par doublage. Des retouches de couleurs ont complété l'opération.

❑ CHAUMONT-SUR-LOIRE (Loir-et-Cher) - véhicule hippomobile (XIX<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteur : Vincent COCHET, Conservation régionale des monuments historiques, DRAC Centre

Cette berline de demi-gala, construite pour le prince Nicolas Orlov par le carrossier Erhler durant le Second Empire, a été en grande partie restaurée dans les ateliers d'ARC-Nucléart.

La caisse, ou pavillon, dont les soupentes en cuir avaient cédé, a été déposée et installée sur un support de restauration à roulettes. Un dépoussiérage général par aspiration suivi d'un nettoyage mécanique et chimique a permis de retirer la crasse accumulée et les traces anciennes de produit d'entretien des parties métalliques.

Le comblement des lacunes provoquées par le retrait des panneaux en bois a été effectué au moyen d'une pâte flexible colorée dans la masse.

La consolidation du cuir recouvrant la caisse, affecté par un très important réseau de craquelures et de soulèvements, en particulier au niveau du toit, a été réalisée à l'aide d'un vernis de Paraloid F10, ce qui a également permis à la laque de retrouver son aspect brillant d'origine. Les décors peints (armoiries), pulvérulents, ont été consolidés avec le même vernis, ainsi que la laque noire recouvrant les parties métalliques. Les filets de laiton ont été nettoyés et cirés avec une cire micro-cristalline.

La coquille, le matelas des laquais et les marchepieds ont été déposés, nettoyés puis revêtus d'une couche de Paraloid. Leurs lacunes ont été comblées puis retouchées. Les soupentes d'origine, déposées en raison de leur mauvais état, et donc de leur

inaptitude à soutenir la caisse, ont été remplacées par des neuves de fabrication Hermès avant le remontage de l'ensemble au château de Chaumont.



Berline de Chaumont-sur-Loire en cours de restauration

❑ CONSERVATION DU PATRIMOINE DE L'ISÈRE - cartouchière en cuir (XVIII<sup>e</sup> siècle)

Interlocuteur : Jean-Pascal JOSPIN, Conservation du Patrimoine de l'Isère

Réputée comme ayant appartenu à Mandrin, cette cartouchière en cuir brodé de fils de coton présentait un aspect général médiocre.

Après un dépoussiérage minutieux, l'objet a d'abord subi un dégrassage complet. Les déchirures et les trous ont ensuite été doublés au moyen d'un non-tissé polyester posé par collage, procédé qui a également été adopté pour la consolidation des parties fragiles comme le rabat. Dans certains cas, pour des raisons mécaniques ou esthétiques, des comblements ont été effectués avec une pâte de Beva 371 teintée dans la masse ou avec une poudre de cuir.

La consolidation de la surface desquamée du cuir a été réalisée par application, en évitant les fils de coton, d'une couche de Paraloid F10. Les coutures en mauvais état ont été restituées avec un fil de lin,



en réemployant les trous d'origine. Les tubes en fer étamé, qui présentaient des piqûres de corrosion active, ont été frottés avec une laine métallique extra-fine puis consolidés au Paraloid B72 et protégés par une fine couche de cire micro-cristalline.

Un support en mousse polyéthylène a été réalisé aux dimensions de l'objet.



*Cartouchière dite "de Mandrin"*



## 2 – PROGRAMMES DE RECHERCHE ET VALORISATION

### 2-1 Recherches pour la conservation du patrimoine

#### *Etude des cuirs archéologiques*

Un stage ayant sur l'application de la méthode Nucléart aux cuirs archéologiques gorgés d'eau a été réalisé en avril mai juin 2002, l'objectif étant de consolider significativement les cuirs très dégradés.

Il s'agissait de rechercher les résines les plus adaptées à ce matériau archéologique. Parmi tous les essais à base de résines radio-polymérisables souples, un mélange de résine hydrosoluble HEMA, d'eau et de PEG 400 a retenu plus particulièrement notre attention. En effet, avec cette résine, une seule manipulation est nécessaire pour réaliser l'imprégnation de ce matériau extrêmement fragile, au contraire des autres résines non hydrosolubles pour lesquels des échanges avec des solvants doivent être réalisés préalablement pour éliminer l'eau.

Les essais réalisés sur des cuirs archéologiques pulvérulents et délaminés ont montré d'excellents résultats en terme d'aspect du cuir ainsi traité (souplesse, touché, couleur ...). L'essuyage à l'issue de l'imprégnation semble cependant être une phase critique puisque plusieurs échantillons délaminés présentaient après radio-polymérisation un amas indésirable de résine entre les deux couches de cuir. Enfin, le caractère consolidant n'a pas pu être mis clairement en évidence en comparant cette technique avec celle classique (imprégnation au PEG 400 suivie d'une lyophilisation). Le vieillissement des échantillons soumis à manipulation nous permettra peut-être de mieux juger de cet effet et donc de l'intérêt de cette technique. Si celle-ci devait être retenue, il conviendra d'affiner la formulation du mélange, mais aussi et surtout de travailler pour améliorer toutes les étapes du mode opératoire (temps

d'imprégnation, essuyage, conditionnement lors de la radio-polymérisation...).

Optimisation du traitement des andouillers archéologiques :

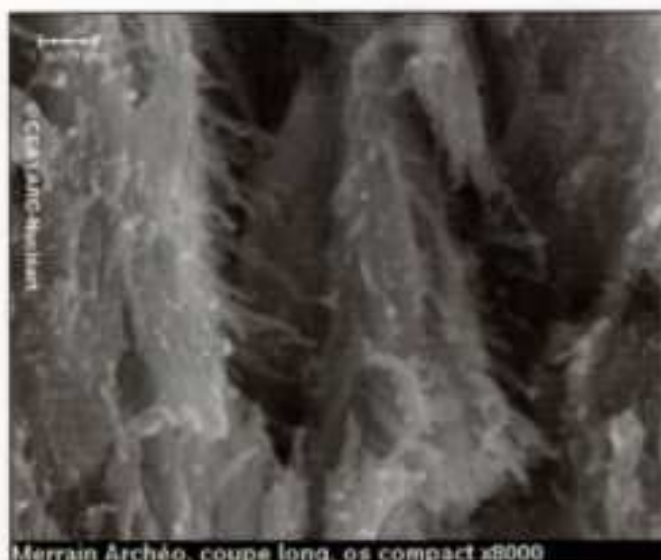
ARC-Nucléart a débuté en 2003 une étude sur la conservation des andouillers archéologiques humides. Plus précisément, l'objectif de ce programme est d'identifier un protocole de traitement qui doit permettre de les stabiliser afin qu'ils puissent supporter un séchage et de les consolider pour les rendre manipulables.

Par leur composition chimique, les andouillers diffèrent du bois ; leur constitution est semblable à celle de l'os. Elle combine une fraction organique, comportant notamment du collagène (glycoprotéine), et une fraction minérale constituée principalement d'hydroxyapatite (phosphate de calcium). La partie minérale représente les 2/3 de la masse, elle peut cependant varier pour des andouillers archéologiques dont l'état de dégradation dépend de la nature chimiques du sol dans lequel les objets étaient enfouis.

La première phase de l'étude a porté sur des travaux de caractérisation du matériau archéologique par comparaison avec des andouillers contemporains.

En outre, les essais ont porté sur l'analyse chimique, l'identification du caractère hydrophile des andouillers, leur caractérisation par microscopie ainsi que l'étude de leur comportement au cours du séchage.

Les résultats montrent que la structure minérale des andouillers archéologiques ne permet pas au matériau de se déformer. En effet, les andouillers archéologiques sont sensibles à la fissuration et à l'éclatement. Pour des états de dégradation extrêmes le matériau peut même se désagréger et tomber en poussière. Cette fragilité très marquée proscrit l'usage de certaines techniques de séchage telle que la lyophilisation en raison de la phase de congélation.



Merrain Archéo, coupe long, os compact x8000

Cliché MEB, présentant la structure fibreuse de l'andouiller

En outre, un traitement consolidant s'avère essentiel pour renforcer la cohésion du matériau et sa tenue mécanique au cours du séchage. Des premiers essais préliminaires d'imprégnation réalisés en 2003 à partir d'un mélange ternaire eau/ PEG 1500 / PEG 4000 suivis d'un séchage contrôlé semblent prometteurs. Au cours de la deuxième phase de l'étude prévue en 2004, nous continuerons à tester de nouvelles résines consolidantes en essayant d'adapter notre choix aux différents profils de dégradation rencontrés. Par ailleurs, nous compléterons notre étude sur le séchage des andouillers archéologiques en optimisant les conditions opératoires telles que la température et l'hygrométrie.

#### Etude du séchage contrôlé à l'air du bois archéologique peu dégradé – Projet financé par la Mission de la Recherche et de la Technologie du Ministère de la Culture - Collaboration avec le CTBA

ARC-Nucléart achèvera en 2004 une étude d'optimisation du séchage contrôlé du bois. L'objectif principal de cette étude est de définir un cycle de séchage du bois à l'air qui minimise le plus possible les pertes de volume et les déformations des objets

au cours de leur séchage induites par les phénomènes de retrait de fibres et éventuellement l'effondrement cellulaire.

Après avoir commencé notre programme par une comparaison des différentes techniques de séchage en 2001, nous avons poursuivi en 2002 et 2003 par l'étude de l'influence des conditions opératoires pour définir un cycle de séchage contrôlé à l'air.

Les principaux paramètres sont :

- le type de régime du séchage : régime monotone ou régime avec oscillations,
- la pré-imprégnation ou non du bois par une résine de type polyéthylène glycol (PEG),
- la température de séchage.

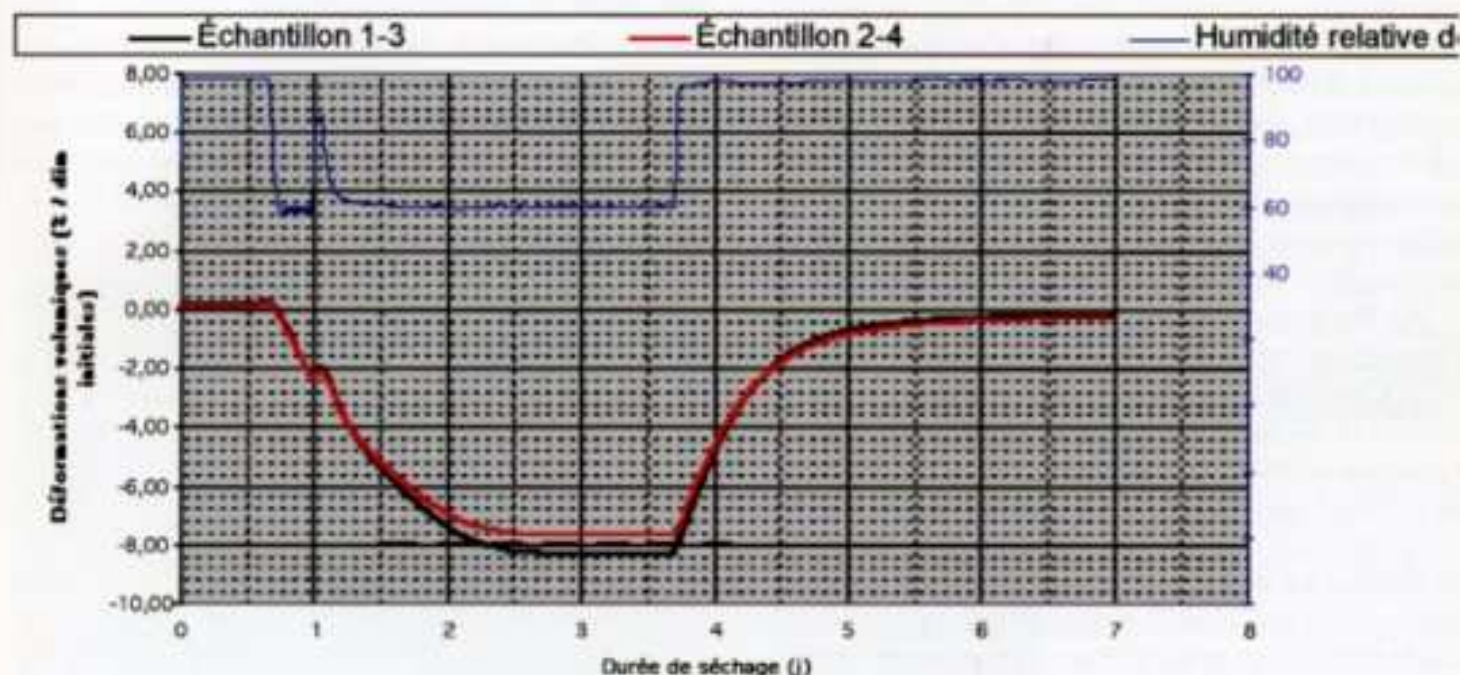
Les dernières conclusions peuvent être résumées comme suit : Les oscillations (cycles répétés d'humidifications et de séchage) n'apportent aucune valeur ajoutée par rapport à l'efficacité du cycle de séchage. En revanche, une pré-imprégnation du bois par du PEG permet d'obtenir un cycle de séchage avec une bonne stabilité du bois : déformations inférieures à 10% en volume. Ce résultat est globalement plus intéressant qu'un séchage par lyophilisation.

Le tableau suivant montre les influences respectives d'un régime par oscillations et d'une pré-imprégnation du bois par du PEG :

Perte de volume en %	Sans PEG 4000	Avec PEG 4000
Sans oscillations	- 25%	- 8%
Avec oscillations	- 22%	- 5%

Pour compléter le programme, nous prévoyons d'étudier en 2004 l'influence de la température lors du séchage à l'air du bois et nous concluons en final sur l'intérêt d'un traitement mixte « imprégnation 40% PEG 4000 + séchage à l'air » en faisant un essai de validation sur un échantillon de chêne peu dégradé de grandes dimensions.

## Évolution du retrait du bois peu dégradé imprégné à 40% de PEG 4000, section transversale



**Programme Collectif de Recherche « Bois Composites » (Laboratoires ARC'Antique, CRCDG et ARC-Nucléart) : Développement d'un protocole de traitement adapté aux objets archéologiques associant le bois et les métaux ferreux. – Projet financé par la Mission de la Recherche et de la Technologie du Ministère de la Culture**

Ce PCR, financé par la MRT du Ministère de la Culture, a pour objectif de développer le procédé de traitement des objets composites par imprégnation de solutions aqueuses de PEG, avec les deux contraintes majeures que sont la protection contre la corrosion de la partie métallique, et la lutte contre la prolifération microbienne dans le milieu aqueux. Dans une première phase, les travaux d'ARC'Antique consistaient à étudier les interactions entre l'inhibiteur de corrosion sélectionné Hostacor IT et les couches de corrosion du fer artificiellement corrodé selon des méthodes différentes (eau osmosée, eau de mer). La teneur optimale en inhibiteur est de 1%, à

condition que la couche de corrosion soit poreuse et peu épaisse (entre 2 et 4 mm) ; en revanche, son action est neutralisée lorsque la couche de corrosion est compacte en présence de magnétite  $Fe_3O_4$ , de lépidocrocite, ou en présence de chlorures.

Afin d'évaluer les effets de ces deux derniers paramètres sur l'inactivité de l'inhibiteur de corrosion, les études se sont poursuivies sur des lingots archéologiques provenant d'une épave antique (Saintes Marie de la Mer, département du Gard). La durée nécessaire pour que l'action de l'inhibiteur commence à se manifester est de l'ordre de 7 à 14 jours. Le métal est protégé durant une période de 50 jours avec un taux de chlorure de 11,5 mg/l. Sa forte augmentation à une valeur de 42 mg/l après 62 jours dans le bain traduit une rupture de la protection du film d'inhibiteur. La déchloruration des objets constitue ainsi une étape cruciale pour le traitement des objets archéologiques. Par ailleurs, la faisabilité d'une autre voie de protection consistant à coupler le fer avec une anode sacrificielle (l'anode va s'oxyder

à la place du fer) a été étudiée et se poursuivra car les premiers résultats encourageants nécessitent d'être approfondis.

Le CRCDG et ARC-Nucléart ont cherché à valider le choix du biocide sélectionné, Dowicide ON, un orthophényl-phénate de sodium, pour l'imprégnation d'échantillons composites constitués de bois archéologique dans lequel est insérée une plaquette de fer corrodé fourni par ARC'Antique. Les études électrochimiques ont confirmé la compatibilité entre le biocide et l'inhibiteur pour protéger le métal de l'échantillon composite au contact des solutions de PEG. Cependant, les études microbiologiques avec l'inoculum de bactéries et champignons

fourni par le CRCDG, introduit avant et après ajout de biocide à une dose de 1000 ppm dans les solutions d'imprégnation, n'ont pas donné des résultats escomptés. En effet, l'inoculum lui-même avait déjà subi quelques modifications lors de son transfert entre les deux laboratoires, et les conditions rigoureuses d'une étude microbiologique étaient difficiles à respecter en raison des différentes mesures physico-chimiques réalisées au cours de l'expérimentation.

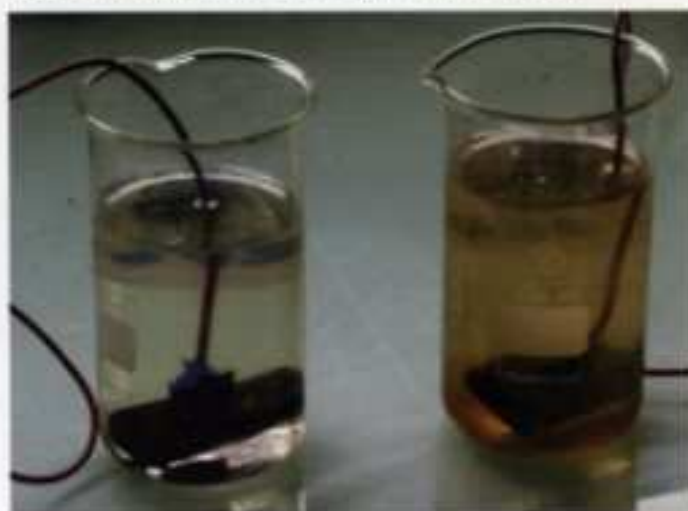
Ce PCR se terminera en 2004, d'une part, par la confirmation de l'efficacité du biocide dans l'éradication des microorganismes selon un protocole bien défini, et d'autre part, par l'étude de vieillissement accéléré d'échantillons composites imprégnés puis lyophilisés, donc à l'état sec, afin de connaître le comportement de la partie ferreuse après traitement.

#### **Recherche de procédés de désulfuration de bois archéologiques avant traitement de conservation (Projet de recherche interne en partenariat avec l'ENSEEG/INPG)**

La problématique des composés soufrés oxydables dans les objets archéologiques issus surtout de fouilles sous-marines s'est révélée, depuis 2000, à une ampleur sans précédent avec l'affaire de l'épave du XVII<sup>e</sup> siècle Vasa du musée de Stockholm.

Depuis ces dernières années, ARC-Nucléart est aussi confronté à la présence de composés soufrés

« instables » tels que la pyrite (sulfure de fer) ou le soufre élémentaire S dans certaines collections telles que celles de Villefranche-sur-Mer (épave du XVI<sup>e</sup> siècle), des bateaux romains de Toulon, ou des fusils et mousquets (XVII<sup>e</sup> siècle) du Cap d'Agde. Certes, leur présence, en surface et très localisée n'est pas comparable à celle du Vasa, mais ils peuvent conduire à long terme à un mauvais comportement de l'objet, à savoir fissurations ou dégradation du bois.



A gauche : échantillon composite dans la solution de PEG à l'état initial, non contaminée.

A droite : le même avec prolifération microbienne au bout de dix jours d'imprégnation en absence de biocide

C'est la raison pour laquelle une étude a été lancée sur la faisabilité de méthodes physico-chimiques pour extraire ces composés soufrés du bois, ou de les transformer en produits plus stables tels que les sulfates qui pourront soit rester dans le bois ou, de préférence, être extraits de l'objet.

L'étude bibliographique sur les méthodes de désulfuration nous a conduit à retenir les deux procédés chimique et microbiologique.

Le procédé chimique consiste à oxyder la pyrite en sulfates à l'aide d'oxydants forts tels que l'eau oxygénée, l'hypochlorite de sodium, le permanganate de potassium ou le bromate de sodium. Les premiers résultats encourageants ont été obtenus avec l'eau oxygénée qui présente néanmoins un inconvénient en raison d'une décoloration superficielle du bois.

En ce qui concerne la voie microbiologique, les premiers tests sont réalisés avec la bactérie sélectionnée *Thiobacillus denitificans*. Dans un premier temps, il fallait vérifier si la bactérie arrivait à se développer dans un milieu contenant de la pyrite, et ensuite mettre en évidence le travail d'oxydation de la bactérie par le dosage d'ions ferreux formés en solution. Le premier point a pu être vérifié par le dosage des protéines issues des bactéries, tandis que les teneurs en fer dissous ont pu être mises en évidence par l'analyse colorimétrique. Ces réactions d'oxydation, chimique ou microbiologique, doivent être confirmées et leurs cinétiques approfondies dans l'étude des solutions. Ensuite, il faudra les mettre en application sur des échantillons de bois dans lesquels on aura réussi à introduire du soufre et de la pyrite.



*Cristaux de pyrite en surface d'un bois archéologique*  
(Photo ARC-Nucléart)

Elaboration de nouveaux polymères pour la conservation des bois archéologiques et étude de leur durabilité

Projet « CONSERVARCHEO » mené dans le cadre du Programme National de Recherche sur la conservation du Ministère de la Culture. Ce projet a été initié par des collaborations entre les partenaires dans le cadre du GdR « Chimart ».

Le consortium du projet comprend le Laboratoire de Photochimie Moléculaire et Macromoléculaire

(LPMM) de l'Université de Clermont-Ferrand (Coordinateur du projet), le Laboratoire d'Etude et de Recherche sur le Matériau Bois (LERMAB) de l'Université de Nancy, le LRMH et ARC-Nucléart.

L'objectif principal du programme de recherche consiste à améliorer la durabilité des produits d'imprégnation des bois et cuirs archéologiques de deux manières différentes : soit en stabilisant les PEG actuellement utilisés par ajout ou greffage de molécules anti-oxydants ou anti-UV, soit en testant d'autres polymères hydrosolubles dont la structure chimique permettrait une meilleure tenue au vieillissement et une meilleure consolidation de l'objet.

Les étapes principales de ce programme de deux ans consistent d'abord à modifier les polymères existants (tâche du LERMAB), à trouver de nouveaux polymères (tâche d'ARC-Nucléart), ensuite à étudier leur durabilité (tâche du LPMM) ainsi que la mise en œuvre de leur imprégnation dans le matériau archéologique (ARC-Nucléart) ; l'étape finale consistera à étudier la durabilité des polymères sélectionnés en présence du substrat archéologique (bois et cuir).

Les premiers essais sur le vieillissement accéléré de quelques nouveaux polymères hydrosolubles, sur les modifications chimiques des PEG, et sur l'imprégnation des bois archéologiques par les nouveaux polymères seront réalisés durant le premier trimestre de 2004. Etude de la conservation des matériaux organiques et métalliques sur le site industriel de l'Argentières-La-Bessée (Projet de recherche en collaboration avec le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques et l'Université Joseph Fourier)

L'étude a démarré en novembre 2003 par des premiers prélèvements du LRMH pour faire un état des lieux des vestiges métalliques. La Faculté de Pharmacie (Université Joseph Fourier) prendra en charge le constat d'état sur le plan biologique, tandis qu'ARC-Nucléart fera un bilan des états de dégradation du bois du site minier et traitera de l'aspect environnemental. L'étude doit se poursuivre jusqu'en automne 2004. L'ensemble des résultats devrait permettre de définir la future muséographie du site.

### **Etude du comportement de la matière organique fragile sous rayonnement gamma**

Il s'agit d'une nouvelle étude qui devrait se déployer sur les années 2004-2005. Préalablement, en 2003, un premier travail de recherche des domaines de pertinence d'une telle étude, basé essentiellement sur la bibliographie, a été réalisé.

Nous avons cherché à identifier les principaux phénomènes physiques responsables des dommages dans la matière :

excitation électronique des réseaux d'atomes se traduisant par l'opacification des matériaux transparents (phénomène réversible) ;

radiolyse conduisant à la formation de nouvelles molécules au pouvoir dégradant ;

ionisation dans les chaînes de polymère pouvant conduire à une dépolymérisation et se traduisant par une dégradation des propriétés mécaniques.

Si le premier de ces phénomènes est pleinement opérant dans l'intervalle des doses de désinsectisation ou de désinfection, le second et le troisième ne deviennent en général sensibles qu'à partir de un à plusieurs ordres de grandeurs au-dessus de ces doses. Cette recherche a aussi permis de rappeler qu'un grand nombre d'études avait déjà été réalisé sur de nombreux matériaux, concluant le plus souvent à l'innocuité à des doses de désinsectisation (polychromie, papier, cuir) voire jusqu'à des doses de désinfection (bois, momie).

Nous avons alors dégagé des matériaux, susceptibles d'être rencontrés dans les collections à traiter qui pourraient être particulièrement sensibles et pour lesquels les études manquent. Nos efforts porteront donc sur :

les matériaux composés de fibres organiques, tissus, cordages dont les caractéristiques mécaniques seraient a priori susceptibles d'être dégradées par dépolymérisation à des doses de désinfection,

les matériaux clairs plus ou moins translucides, nacrés, ivoires, cornes, dont les propriétés optiques sont susceptibles d'être dégradés dès les doses de désinsectisation,

la plume, dont les caractéristiques optiques et mécaniques sont réputées particulièrement fragiles.

## **2-2 Recherches pour des applications industrielles**

### **Stabilisation chimique du bois. Projet financé par l'ANVAR.**

L'utilisation du bois est très largement répandue pour des usages intérieurs (charpente, menuiserie intérieure, mobilier, parquets, plafonds, etc...), en revanche, son usage extérieur est limitée fortement par sa biodégradabilité vis-à-vis des intempéries. Ces agressions comprennent les cycles séchage/humidification, les U.V., la fatigue thermique, et surtout les attaques biologiques (bactéries, champignons et insectes).

En partenariat avec l'ANVAR qui nous soutient dans le cadre de ce projet, notre objectif est de proposer à des industriels de la filière «bois» un procédé de stabilisation chimique du bois, pour lui permettre notamment de supporter des variations de l'humidité de l'air, ainsi que des contaminations fongiques (moisissures).

Dans le cadre de notre procédé, nous proposons de traiter le bois avec des résines de synthèse capables de s'infiltrer dans la paroi cellulaire du bois, notamment de pouvoir remplacer l'eau liée et diminuer ainsi les phénomènes de retrait de fibres lors d'un séchage. Les liaisons «hydrogène» qui sont établies entre la résine carbamate et les fonctions hydroxyles du bois garantissent un niveau de stabilisation du bois intéressant. Le type de résine à base de carbamate étudié présente un caractère hydrophobe, par conséquent non lixiviable par les eaux pluviales et en outre peu propice à favoriser une activité fongique, puisqu'un minimum d'humidité est nécessaire au développement de ces organismes vivants.

L'année 2002 a été dédiée à l'optimisation des conditions opératoires du procédé d'imprégnation du bois par des résines à base de carbamate. La sélection des différentes formulations de poly-carbamates, la durée de traitement, la température d'imprégnation et la concentration de carbamate en utilisant des solutions à base d'éthanol ont été les principaux paramètres étudiés. Suite à ce travail d'optimisation de procédé, un brevet a été déposé dans le cadre de ce projet au mois de septembre 2002 : brevet n°FR 02 10976.

L'année 2003 a été consacrée à la caractérisation des échantillons de bois traités au carbamate. Ces essais de caractérisation permettent d'évaluer la résistance au bois vis-à-vis des moisissures. Ces essais ont été conduits selon une norme internationale EN113 réalisés par le Centre Technique du Bois et de l'Ameublement. (CTBA).

Les résultats peuvent être résumés dans le tableau suivant :

Moisissures	Bois non traité	Bois traité au carbamate
<i>Coniophora putanea</i>	41	6
<i>Poria placenta</i>	36	8
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	23	5

Valeur des pertes de masse en % des échantillons de bois (pin Sylvestre) après 32 semaines de contamination en étuve. Les valeurs sont des moyennes calculées à partir de 6 points de reproductibilité.

L'ajout de carbamate dans le bois permet de multiplier par un facteur allant de 4 à 6 la résistance du bois vis-à-vis de certaines souches. Néanmoins, la norme EN113 exige que les pertes de masse soient inférieures à 3%. Pour cette raison, nous avons programmé pour 2004 des essais d'imprégnation supplémentaire en augmentant le taux de résine à l'intérieur du bois. En parallèle, le CEA/DRT alloue à ARC-Nucléart des moyens pour réaliser une étude marketing en 2004 afin d'identifier de futurs partenaires industriels éventuellement intéressés par exploiter ce procédé

## **Irradiation de matériaux et de composants**

Deux campagnes d'essais ont été menées en 2003 pour le compte de la société FRAMATOME. Il s'agissait de vérifier le comportement sous irradiation de composants (caméras, moteurs, capteur de force) et de matériaux polymères (câbles, joints). La première campagne concernait 3 caméras vidéo qui ont été irradiées 100 heures à un débit de dose de 1 Gy/h et pour lesquelles nous avons vérifié périodiquement le bon fonctionnement sur un moniteur déporté en dehors de la cellule. La seconde campagne consistait en l'irradiation pendant 1000 heures des moteurs (1 kGy/h), des matériaux polymères (1 kGy/h) et du capteur de force (100 Gy/h). Le bon fonctionnement des composants actifs (1 moteur alimenté en permanence «chargé» par un contre-moteur, et 1 capteur de force précontraint) a été vérifié tous les jours sur les instruments de mesures déportés hors de la cellule. L'analyse de ces mesures a permis de mettre en évidence une défaillance du capteur de force avec un comportement de type capacitif accumulant les charges dues à l'ionisation et donc un signal proportionnel à la dose intégrée. Les matériaux polymères, pour lesquels un retrait périodique d'échantillons était organisé pour vérifications en laboratoire des qualités fonctionnelles par Framatome, ont montré pour leur part une dégradation de leurs qualités apparentes d'autant plus marquée que la dose intégrée était forte.

## **2-3 Valorisation industrielle**

### ***Stérilisation d'implants chirurgicaux***

Une trentaine de chargement d'implants chirurgicaux a encore été stérilisée par rayonnement gamma pour le compte de la société Tornier cette année. Mais le 15 septembre 2003 aura vu la fin d'une collaboration initiée il y a plus de trente ans, faute d'avoir pu engager l'investissement nécessaire au renouvellement des sources en anticipation de l'évacuation des sources périmées. On estime à plusieurs milliers le nombre



de prothèses stérilisées et à plus de 350 000 000 de Grays la dose intégrée par le métal du dispositif Anémone dédié à cette activité !

### ***Perspectives de prestations d'irradiation gamma pour les biologistes***

Suite à la cessation d'activité de l'irradiateur de la Direction des Sciences du Vivant au CEA Grenoble, un rapprochement avec les chercheurs en biochimie de la Direction des Sciences de la Matière, déjà utilisateurs de nos services, a été opéré dans l'objectif de mettre à leur disposition un dispositif qui leur soit dédié. Le projet prévoit la réutilisation du dispositif « Anémone » modifié pour opérer en irradiation verticale avec un nombre réduit de sources.

### ***Densification de bois pour la coutellerie***

Environ 800 blocs de bois contemporains de différentes essences, destinés à la coutellerie, ont été densifiés par imprégnation et radio-polymérisation de résines polyester styrène.

### ***Contacts industriels divers***

Des contacts avec divers industriels ont donné lieu à des expériences préliminaires d'irradiations à fortes doses en recherchant l'amélioration des qualités d'étanchéité et de propreté de polymères utilisés en microélectronique, et des qualités mécaniques et vibratoires de bois utilisés pour les instruments de musique

## 3 – ACTIVITES DE FORMATION ET D'ENSEIGNEMENT

### **Enseignement, cours, journées d'études et conférences**

Xavier HIRON : cours à l'INP : « Travaux de conservation et de présentation des pirogues de Bercy » (mars 2003).

Xavier HIRON : conférence au Musée Carnavalet, Paris : « Les pirogues de Bercy, de la fouille au musée » (octobre 2003).

Gilles CHAUMAT : cours à la MST conservation-restauration des biens culturels / Paris Saint-Denis : « Le traitement des bois archéologiques par lyophilisation » (décembre 2003).

Gilles CHAUMAT : cours à la MST conservation-restauration des biens culturels / Université Paris I : « Apport des laboratoires de recherche scientifique à la conservation – restauration des œuvres d'art » (avril 2003).

Gilles CHAUMAT et le Professeur Alessandro GANDINI (EFPG/INPG) : Présentation sur « La stabilisation chimique des bois contemporains » lors des journées de la « Passion du Bois » organisées à Grenoble en octobre 2003.

Jacques DUCHENE : Présentation sur « 30 ans de conservation du patrimoine à ARC-Nucléart » lors des journées de la « Passion du Bois » organisées à Grenoble en octobre 2003.

Jacques DUCHENE : Séminaire à Naples sur « Les routes de la Méditerranée », 14-15 février 2003.

Jacques DUCHENE : Débat sur « Les applications quotidiennes de la radioactivité », 2 décembre 2003, bar des Sciences de Dijon.

### **Encadrement de stages**

KIM SOO CHOUL, restaurateur coréen du laboratoire national de conservation de Séoul, stage d'initiation, novembre 2003.

Karine DELOCHE, IUT Chimie Grenoble – stage de 2 mois sur la « Stabilisation et densification du bois moderne », encadré par Christophe ALBINO.

Philippe HAMOUMOU, 2<sup>me</sup> année ENSEEG/INPG – stage de 3 mois sur « L'étude électrochimique des composites bois archéologique-fer en milieu PEG, en présence d'un inhibiteur de corrosion et d'un biocide », encadré par Quoc Khoi TRAN.

Nicolas BERTOUT, 2<sup>me</sup> année ENSEEG/INPG - stage de 3 mois sur les « Essais de transformation des composés soufrés par les méthodes biologique et chimique », encadré par Quoc Khoi TRAN.

Marlène JACQUEMONT, IUT Mesure Physique – stage de 2 mois sur « La caractérisation des andouillers historiques », encadré par Didier BOUIX.

Christine JUY, 4<sup>me</sup> année MST Restauration - stage de 2 mois sur le « Développement d'un traitement des andouillers archéologiques », encadré par Xavier HIRON.

Anne GENACHTE, IUT Chimie Renne – stage de 2 mois sur la « Radiopolymérisation dans les cuirs archéologiques », encadré par Laurent CORTELLA.

Katarzyna WOZNICA, Maîtrise de Chimie Lille – stage de 2 mois sur « Le développement d'une nouvelle formulation de carbamate adaptée au traitement des bois gorgés d'eau », encadré par Gilles CHAUMAT.

## 4 – INFORMATION - COMMUNICATION

### Revue de presse

Articles de presse sur les interventions d'ARC-Nucléart pour le prélèvement des pirogues de Charavines et des barques gallo-romaines de Lyon parus dans *Le Monde*, *Le Figaro*, *Lyon Figaro*, *Le Dauphiné Libéré*. Interviews télévisés sur *France 3* et *M6*.

Interview radiophonique de Gilles CHAUMAT avec le Professeur GANDINI concernant «La stabilisation des bois modernes et anciens» sur *Radio Chrétiennes de France (RCF)* diffusé en novembre 2003.

Tournage de l'émission «*Va Savoir*» animée par Gérard KLEIN diffusée sur *France 5*.



### Visites d'ARC-Nucléart en 2003

Etudiants à l'Université de Lyon III	janvier
Stagiaires conservateurs de l'Institut National du Patrimoine	janvier
Association des amis du Musée de Grenoble	février
Etudiants du Lycée G. Lamargue	mars
Membres de l'association « Lyceum Club International »	mars
Elèves ingénieurs de l'INPG de Grenoble	mars
Membres de l'association « Reg'Arts »	mars
Personnels de la Commission des marchés du CEA	mars
Elèves ingénieurs de l'INPG/ENSEEG de Grenoble	avril
Groupe d'archéologues du chantier de Charavines-Colletière	août
Visiteurs lors des Journées du Patrimoine (260 participants)	septembre
Personnels de la Commission des marchés du CEA	septembre
Professionnels du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement	octobre
Etudiants de l'université de Montpellier, option radiobiologie	novembre
Elèves ingénieurs PRIHSE (sécurité CEA/Grenoble)	novembre
Association des amis du Musée de Grenoble	novembre
Association des lauréats des Palmes Académiques	novembre
Association des villes de France, Saint-Ismier, Isère	décembre

### Publications, rapports internes

European Conference on Wood Modification, Gand, Belgique - avril 2003: « Use of di-carbamate based resins for wood preservation » par Gilles CHAUMAT, Christophe ALBINO, Jean-Pierre BERTRAND, Marie-Anne LANGUILLER.

Journée sur la Restauration, Trento/Italie - mai 2003 : « Les fibres et les tissus de l'époque néolithique » par Xavier HIRON.

Note Technique N° 03-217 : « Développement d'une technique de greffage de bois avant leur densification » par Gilles CHAUMAT, Christophe ALBINO, C. MONNIER, Gilles LABAT.

Bulletin technique N° 1146 : « An mil : des chevaliers-paysans » par Xavier HIRON.

Congrès RA et Matière, Strasbourg - Décembre 2003 : « La Diffraction des rayons X au service de la conservation des bois archéologiques » par I. SCHUSTER, J. PECAULT et Quoc Khoi TRAN.

Journées du Patrimoine  
septembre 2003  
Visiteurs à ARC-Nucléart



**ARC-Nucléart**

CEA GRENOBLE

17, rue des Martyrs - 38054 Grenoble Cedex 9

Tel. 04 38 78 35 52 (ou 33 4 38 78 35 52) - Fax 04 38 78 50 89 (ou 33 4 38 78 50 89)

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



pronucleART

