



ARC-Nucléart, l'alliance unique d'un atelier de conservation-restauration et d'un laboratoire de recherche

A la croisée de la conservation-restauration et de la recherche scientifique, ARC-Nucléart met les sciences et les technologies au service de la sauvegarde du patrimoine. Implanté sur le site du CEA à Grenoble, le centre est reconnu à l'échelle internationale pour ses savoir-faire uniques, capables de traiter des objets aux formes, tailles et matériaux variés.

L'excellence scientifique appliquée au patrimoine

Créé en 1970, ARC-Nucléart trouve son origine dans la vision de Louis de Nadaillac, ingénieur au CEA, qui eut l'idée d'adapter un irradiateur gamma, initialement destiné à la consolidation de bois industriel à la préservation du patrimoine. Cette approche pionnière a conduit au développement d'une installation aujourd'hui unique au monde, devenue une ressource de référence pour les musées et les institutions patrimoniales.

Le centre est aujourd'hui structuré en Groupement d'Intérêt Public, associant le CEA, le ministère de la Culture, la Ville de Grenoble et l'association ProNucléart. Il est par ailleurs l'un des deux seuls centres au monde reconnus comme « Collaborating Center » par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), pour l'utilisation pacifique des technologies nucléaires appliquées au patrimoine.

L'équipe, composée de dix-huit personnes, réunit des compétences autant scientifiques (ingénierie, biologie, chimie, physique nucléaire) que patrimoniales. Résolument tournée vers les enjeux contemporains, elle intervient notamment sur la conservation d'objets mis au jour par la fonte des glaciers liée au changement climatique, ainsi que sur l'étude de matériaux issus de l'archéologie moderne.

Les atouts de l'irradiation gamma

L'irradiateur gamma dont dispose ARC-Nucléart fonctionne à partir de cobalt 60. Seize sources de ce métal radioactif sont disposées sur un râtelier immergé au fond d'une piscine de 4,50 mètres d'eau, agissant comme un écran de protection. La cellule d'irradiation est conçue comme une chambre forte, dotée de murs en béton de 1,50 mètre d'épaisseur et d'une porte motorisée pesant six tonnes. Après une exposition au rayonnement gamma, les objets traités ne deviennent pas radioactifs du fait que ce rayonnement n'agit pas sur le noyau des atomes.

Grâce à sa forte capacité de pénétration, le rayonnement gamma est mis à profit au centre pour deux applications essentielles en conservation du patrimoine :

1) Effet biocide

De par sa capacité à éliminer le vivant, le rayonnement gamma est une solution particulièrement efficace contre les insectes et les champignons. Ce traitement biocide, d'une durée d'environ



▼ **Traitement Nucléart d'une sculpture Sacré Cœur de Jésus (XIXe siècle) provenant de Maurs-la-Jolie (Cantal)**
© ARC-Nucléart

24 heures pour les contaminations fongiques et de quelques heures pour les infestations d'insectes, est utilisé pour assainir les matériaux organiques. L'irradiation gamma constitue également la seule alternative actuellement recommandée pour le traitement des moisissures affectant les documents papiers, tels que les livres, les plans, les parchemins ou les photographies.

Parmi les exemples les plus marquants figurent le traitement de la momie de Ramsès II pour l'élimination de champignons, ainsi que celui d'un bébé mammoth pour la neutralisation de bactéries et de virus, illustrant la polyvalence et le haut niveau de biosécurité du procédé.

2) Consolidation

Grâce au rayonnement gamma, des résines liquides peuvent être durcies directement au cœur des matériaux. Le traitement repose sur l'imprégnation de l'objet par une résine de styrène-polyester, par un procédé vide-pression pour assurer une pénétration à cœur, suivie d'une exposition au rayonnement gamma d'une durée d'environ 48 heures, pour provoquer la radio-polymérisation de la résine à cœur. Ce traitement de consolidation appelé 'Nucléart' est appliqué sur des sculptures fortement dégradées.

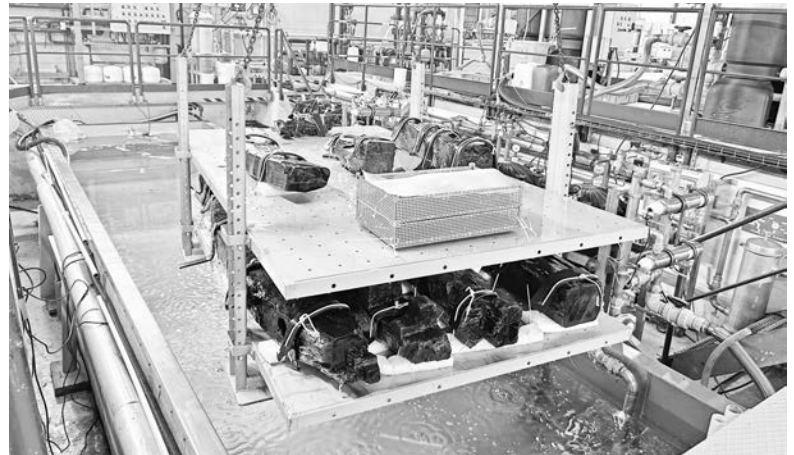
Cas du bois archéologique gorgé d'eau

Le traitement du bois archéologique gorgé d'eau constitue un défi majeur en conservation du patrimoine. Ayant séjourné durant des siècles en milieu humide, ce type de bois est extrêmement fragile. Sous l'action bactérienne, la cellulose est éliminée, laissant la lignine comme principal support structurel, tandis que les cavités cellulaires sont totalement remplies d'eau. Sans traitement adapté, l'extraction de ces objets hors de leur milieu entraîne des déformations irréversibles, dues à l'effondrement des structures cellulaires lors du séchage.

Pour répondre à cette problématique, ARC-Nucléart met en œuvre la technique combinée de PEG/Lyophilisation, aujourd'hui considérée comme la solution conventionnelle la plus adaptée. Les objets sont maintenus en conditions



▼ **Lyophilisation d'éléments de l'épave de Villenave-d'Ornon** - © ARC-Nucléart



▼ **Imprégnation de PEG d'éléments de l'épave de Villenave-d'Ornon** - © ARC-Nucléart

humides jusqu'à leur réception, puis soigneusement nettoyés afin d'éliminer les sédiments. Ils sont ensuite immergés dans des cuves contenant une solution aqueuse de polyéthylène glycol (PEG) qui remplace progressivement l'eau par diffusion osmotique. Cette phase d'imprégnation s'étend sur une durée moyenne de neuf mois pour un taux d'environ 35% de PEG.

Une fois l'imprégnation achevée, les objets archéologiques sont transférés dans de grands lyophilisateurs. L'eau résiduelle est d'abord congelée, puis éliminée par sublimation sous vide, un procédé qui évite ainsi les tensions de surface responsables des effondrements structurels. Cette phase de lyophilisation dure généralement plusieurs semaines. Cette méthode permet d'obtenir un bois stabilisé, conservant sa forme, son volume et la finesse de ses détails.

Après traitement, les objets demeurent toutefois sensibles et nécessitent des conditions de conservation préventive strictes, avec un contrôle climatique très stable, afin d'éviter toute re-dissolution du PEG.

Les installations d'ARC-Nucléart, dotées de bassins et de lyophilisateurs de très grande capacité, rendent possible le traitement d'objets de dimensions exceptionnelles. Parmi les réalisations emblématiques figurent une pirogue carolingienne découverte dans l'Aisne de plus de sept mètres de long, ainsi qu'un bateau gallo-romain de trente et un mètres.

Le laboratoire au cœur de la conservation

ARC-Nucléart est en quelque sorte une « clinique pour œuvres d'art », où chaque étape fait l'objet d'un diagnostic approfondi avant la mise en œuvre de traitements adaptés. Au cœur de ce

dispositif, le laboratoire de recherche joue un rôle déterminant, en conduisant des études visant à améliorer les protocoles existants, à analyser le comportement des matériaux soumis à l'irradiation, et à explorer de nouvelles applications au service de la conservation.

Les études scientifiques comprennent notamment des analyses chimiques et de polychromie, réalisées à l'aide de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), de la microscopie électronique à balayage (MEB), d'analyses par rayons X ou encore le repérage de pigments pouvant aiguiller une datation. Ces approches permettent d'identifier d'éventuels repeints et d'orienter les interventions de restauration.

En parallèle, des examens d'imagerie, menés en collaboration avec le CHU de Grenoble, offrent la possibilité d'explorer la structure interne des sculptures et de détecter fissures, zones de fragilité ou altérations invisibles à l'œil nu, fournissant également des informations essentielles à la restauration.

Par ailleurs, un projet de recherche en cours explore l'utilisation du procédé Nucléart pour consolider différentes essences de bois abondantes, dans la perspective de proposer des alternatives à l'ébène en lutherie, dont la rarefaction pose aujourd'hui de nouveaux défis.

Pour en savoir plus :

ARC-Nucléart

Amy BENADIBA
amy.benadiba@cea.fr
nucléart@cea.fr
www.arc-nucléart.fr/

CEA Grenoble

Joseph LISBONIS
joseph.lisbonis@cea.fr