

ARC-Nucléart

l'irradiation gamma au service de la conservation-restauration d'objets du patrimoine en matériaux organiques



Karine Froment,
Présidente de PRONucléart

avec les contributions de Laurent Cortella et Amy Benadiba, ARC-Nucléart

Sommaire

- **ARC-Nucléart en quelques mots**
 - Les missions et activités
- **Les procédés de conservation**
 - L'irradiation gamma
 - Le traitement PEG-LYO pour les objets « humides »
- **La restauration**

Sommaire

- **ARC-Nucléart en quelques mots**
 - Les missions et activités
- **Les procédés de conservation**
 - L'irradiation gamma
 - Le traitement PEG-LYO pour les objets « humides »
- **La restauration**

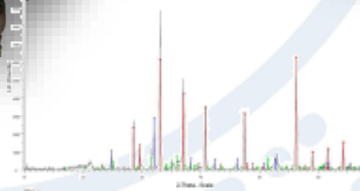
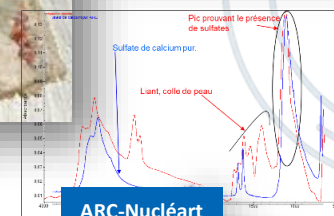
50 ans d'irradiation au service du patrimoine

Né au tout début des années 70 de l'idée d'utiliser des techniques nucléaires pour la conservation du patrimoine



ARC-Nucléart : une structure unique pour la conservation du patrimoine

À la fois atelier et laboratoire, situé à Grenoble, au cœur du centre de recherche du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA)



- 3000m² de locaux techniques,
- Une équipe pluridisciplinaire de 18 permanents : physiciens, chimistes, biologiste, mécanicien, restaurateurs, conservateur, photographe, administratifs



ARC-Nucléart

un atelier de conservation et un laboratoire de recherche

SES MISSIONS

- **Désinfestation** de biens patrimoniaux par exposition au rayonnement gamma (archives, momies, sculptures, tableaux, spécimens naturalisés...)
- **Conservation-restauration d'objets archéologiques et de sculptures** en matériaux organiques : principalement bois, vanneries, cuirs et peaux, objets composites bois/métal...
- **Recherche et Développement** pour améliorer les traitements de conservation des matériaux organiques et notamment du bois ancien et moderne.
- **Diffusion des connaissances et formation** dans le domaine de la conservation du patrimoine

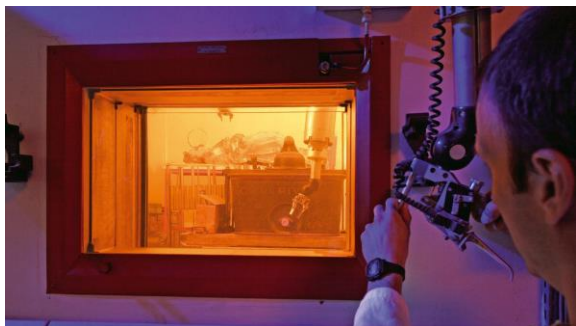


CONSTITUÉ EN GIP DEPUIS 1997

SES MEMBRES :



Traitements biocides de désinfestation par exposition au rayonnement gamma



Pour éliminer insectes, champignons, moisissures...

Utilisation du seul irradiateur gamma au monde dédié à la conservation du patrimoine

Traitements de consolidation « Nucléart » ou « Nucléart Mixte »



Permettent de consolider un bois très dégradé et de lui rendre sa tenue mécanique

Imprégnation de bois sec (Nucléart) ou gorgé d'eau (Nucléart mixte) avec une résine radio-durcissable (le styrène-polyester) et exposition au rayonnement gamma

Traitements de consolidation « PEG/Lyo »



Permet de consolider un bois gorgé d'eau.
Très employé pour les objets archéologiques.

Imprégnation dans des bains de PEG durant plusieurs mois puis séchage par lyophilisation

Des ateliers de conservation-restauration



Une équipe de restaurateurs habilités et spécialisés et en Archéologie et en Sculpture

Le concours *Sauvez le patrimoine de votre commune*



Fruit d'un partenariat entre le CEA et l'Association des maires de France et président de l'intercommunalité, le concours permet de mettre plus directement à disposition les compétences de l'atelier de recherche ARC Nucleo Art, pour la restauration d'objets en matière ou supports du patrimoine culturel des communes Triennes.

CALENDRIER DE LA 24 ^e ÉDITION				
AVRIL 2025	30 JUIN 2025	SEPTEMBRE 2025	OCTOBRE 2025	DÉCEMBRE 2025
Lancement du concours	Date limite d'envoi des candidatures	Présentation des œuvres	Retour du jury	Cérémonie du concours

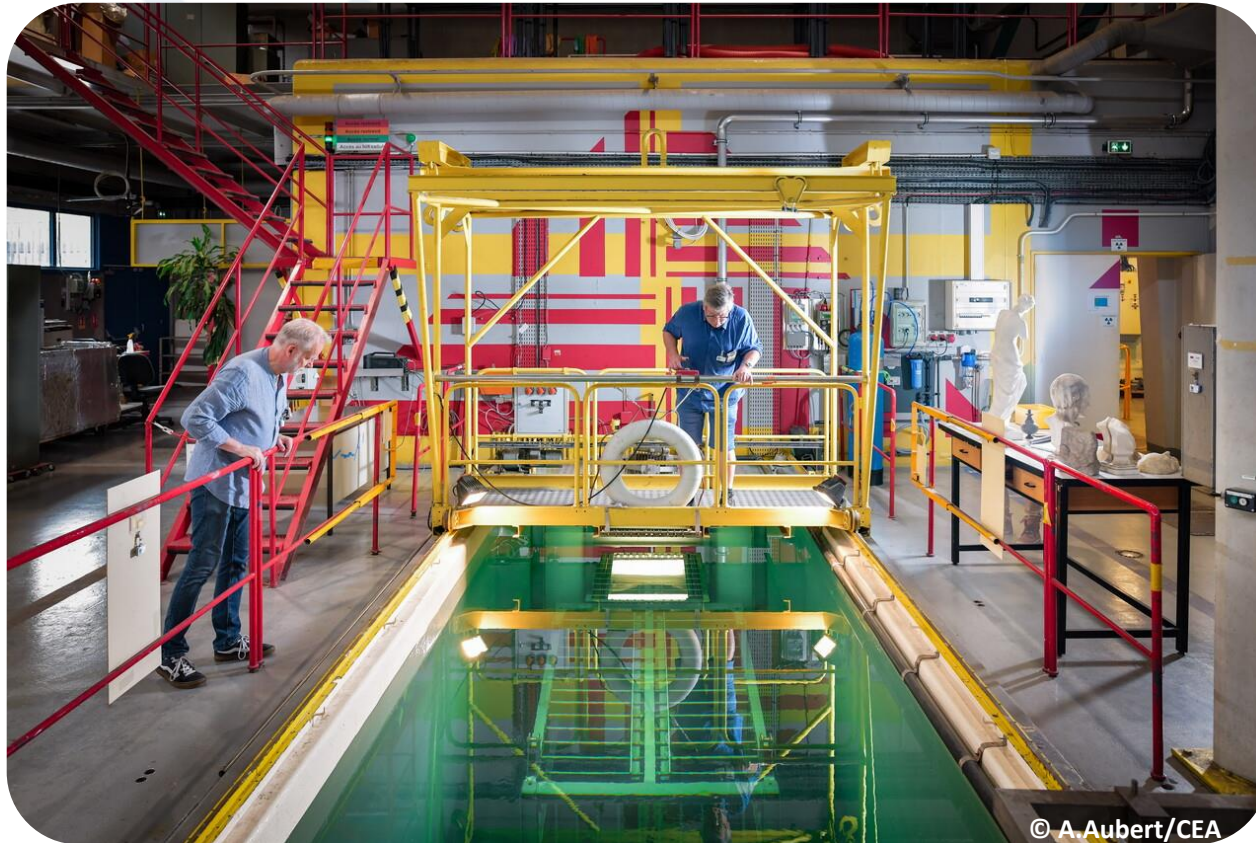
RÈGLEMENT ET DOSSIER DE CANDIDATURE www.sauvepatrimoine.fr - 04 38 70 35 07

Fruit d'un partenariat entre le CEA et l'AMF
En 23 ans: 95 œuvres lauréates

Sommaire

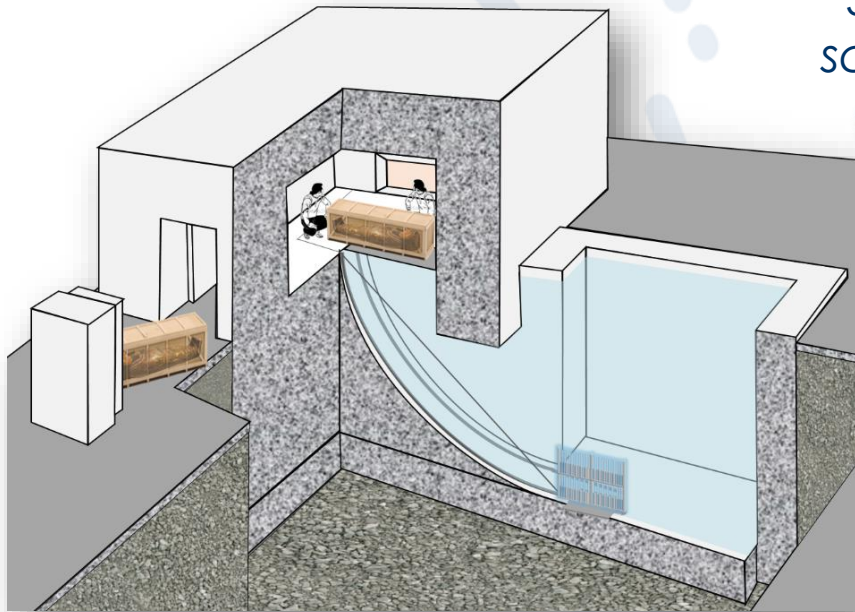
- **ARC-Nucléart en quelques mots**
 - Les missions et activités
- **Les procédés de conservation**
 - L'irradiation gamma
 - 1 – la désinfection
 - 2 – le procédé Nucléart
 - Le traitement PEG-LYO pour les objets « humides »
- **La restauration**

Concrètement comment ça marche?



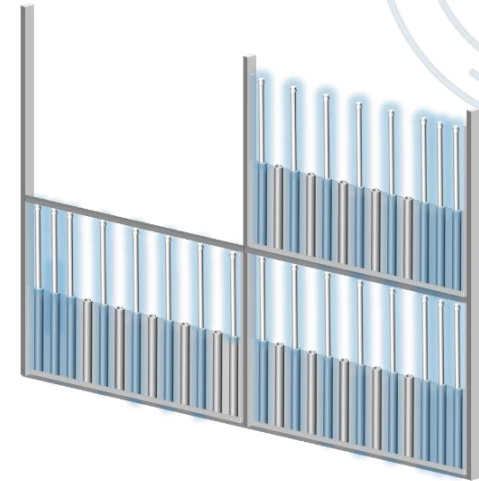
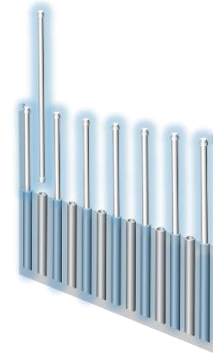
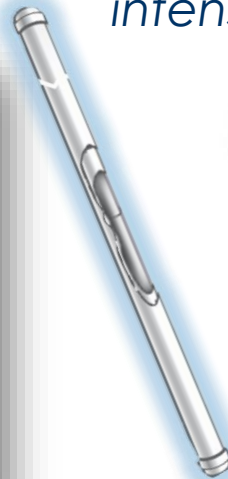
Un irradiateur dédié à la conservation du patrimoine

Irradiateur piscine



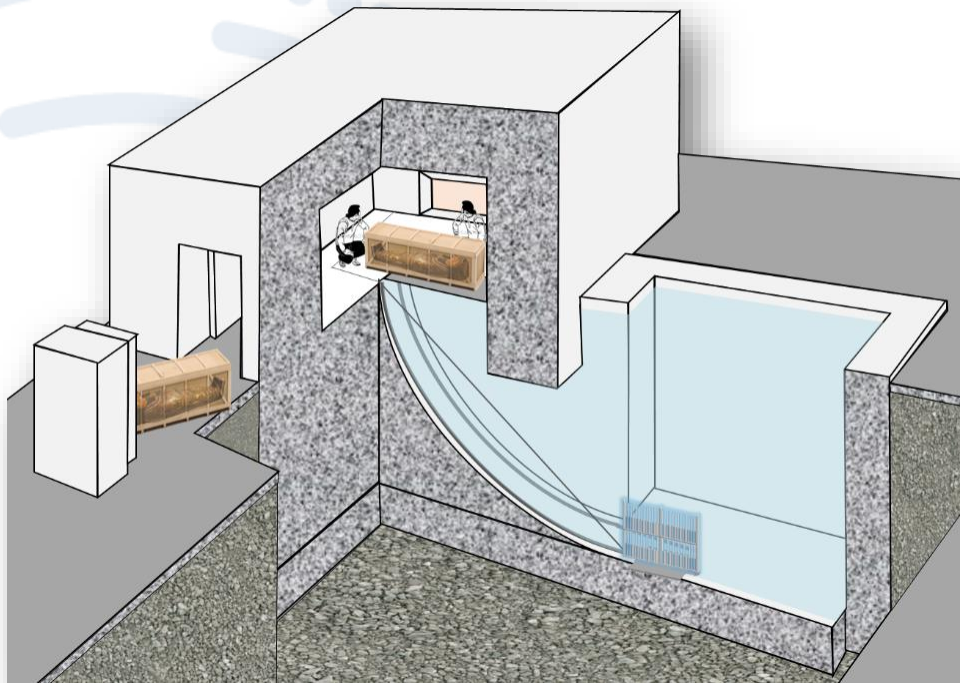
Sources industrielles
scellées de très haute
intensité

2000 TBq de ^{60}Co

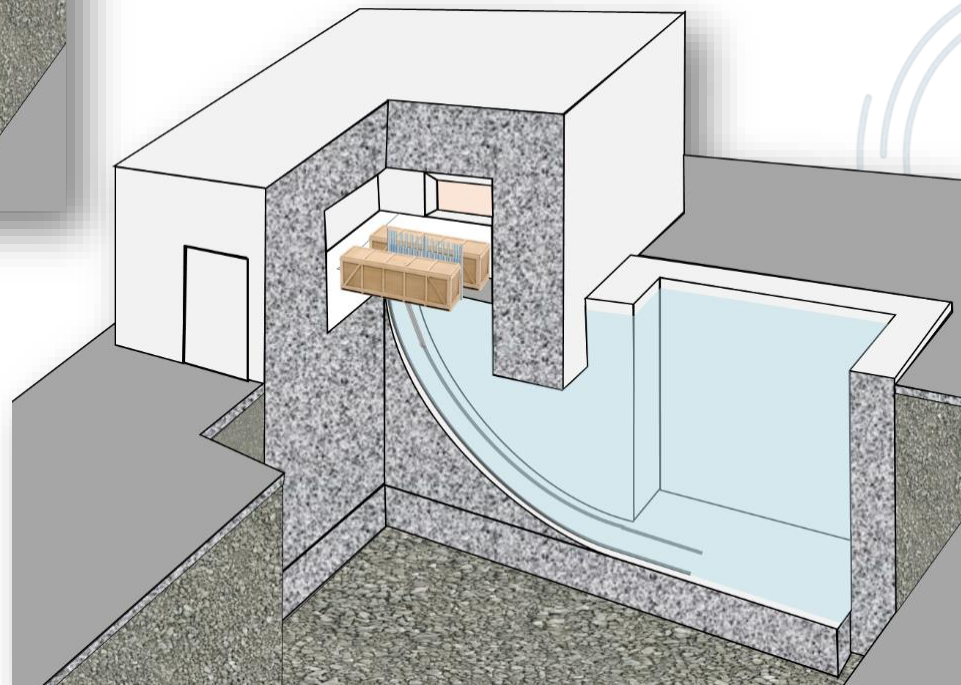


Rayonnement gamma : Débit de
dose de l'ordre de quelques
centaines de Gy/h
à quelques kGy/h





Lorsque les sources sont au fond de la piscine, on peut pénétrer dans la cellule d'irradiation pour y placer les œuvres.



Lorsque les sources sont remontées dans la cellule, l'irradiation débute.

Le rayonnement gamma pour le patrimoine

1 – La désinfection : arrêter les processus de biodégradation dus aux principaux ravageurs en utilisant les effets biocides du rayonnement gamma



- Désinsectisation
Effets déterministes,
à seuil (500 Gy)
- Traitement fongicide
Effets probabilistes,
(typiquement 3 à 10
kGy)

Adapté pour divers types de collections



Mummies



Books and archives



Sculptures



Ethnographic objects



Taxidermy specimens



Furniture



Contemporary artworks



Musical instruments



Paintings and graphic arts



© Avavian/CEA

Le bébé mammoth Khroma



© A.Aubert/CEA

Une sculpture représentant Saint Jean-Baptiste, Joursac (Cantal)



Deux tableaux des collections départementales de la Savoie



Traitement de la momie du pharaon
Ramsès II - 1977



Traitement de l'ensemble mobilier
d'une chapelle infestée à la mérule



Traitement du plan-relief de la
ville de Douai – une record de
taille!

Quelques classiques :

Est-ce que l'objet devient radioactif ?

NON

Est-ce que ça chauffe?

NON

Est-ce que c'est long?

NON

Est-ce que l'on doit déballer les œuvres?

NON

Est-ce que ça marche pour toujours?

NON

Est-ce que c'est cher?

Normalement **NON**

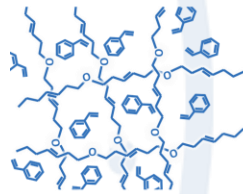
Est-ce que c'est efficace et donc super génial pour le patrimoine?

OUI !

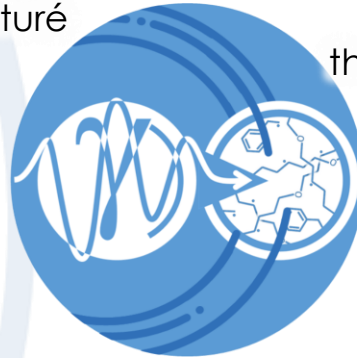
Le rayonnement gamma pour le patrimoine

2 – La consolidation : consolider les objets les plus fragiles grâce à des résines radio-durcissables

Résine styrène /
Polyester insaturé

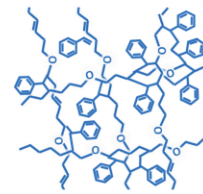


liquide



~ 30 kGy

Réticulation :
Plastique
thermodurcissable



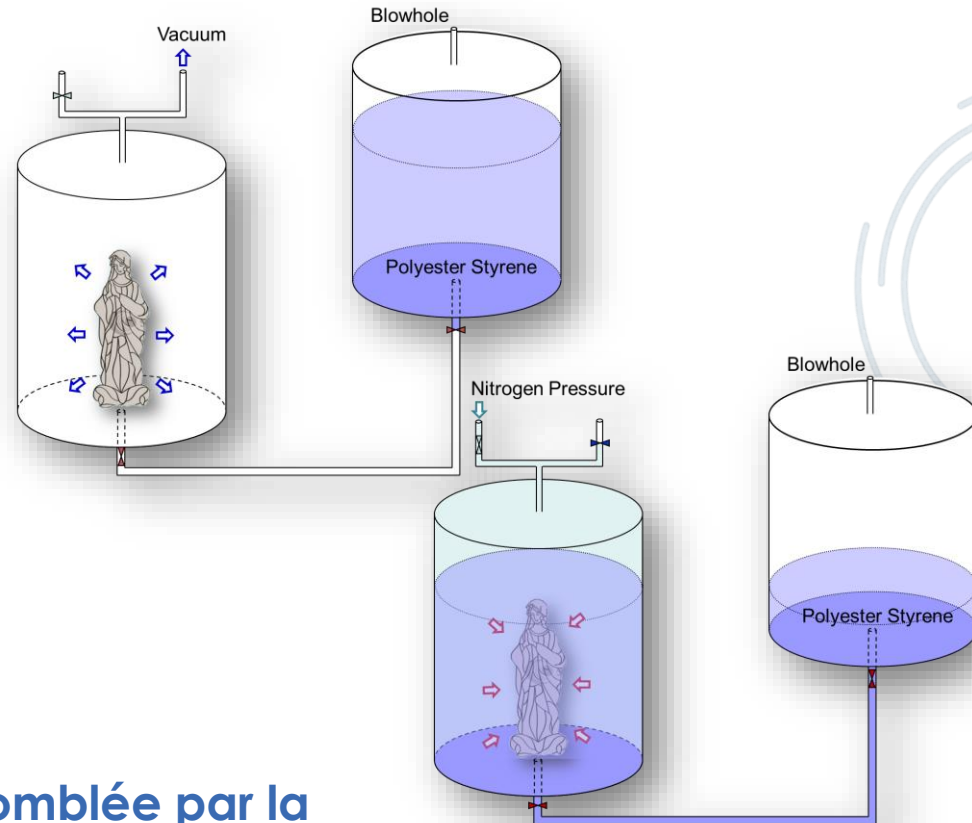
solide

- **Consolidation stable et efficace des matériaux poreux après leur imprégnation**



Consolidation “Nucléart”: par densification, en deux étapes

Première étape : Imprégnation par vide pression

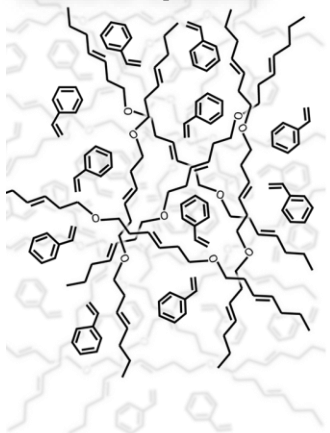


La microporosité doit être comblée par la résine radiodurcissable.

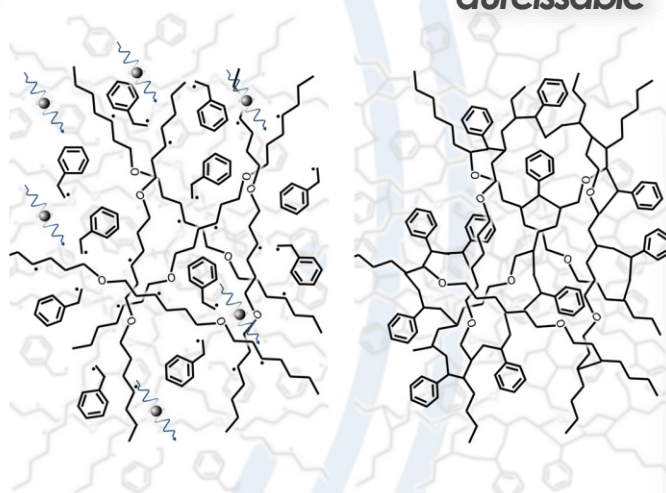
Consolidation “Nucléart”: par densification, en deux étapes

Seconde étape : Durcissement radio-induite de la résine

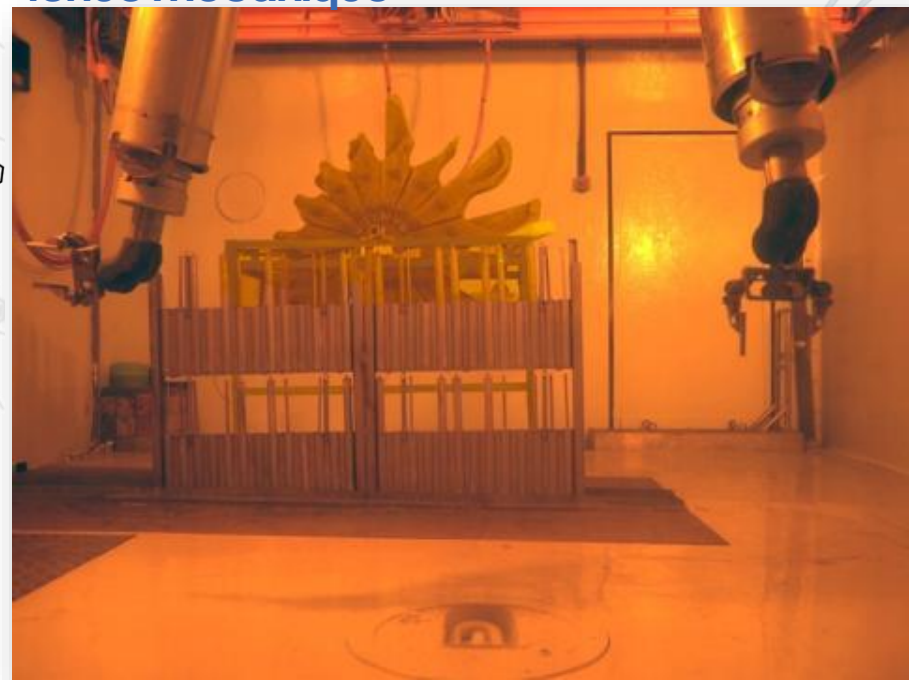
Résine : polyester insaturé en solution dans le styrène



Plastique thermo-durcissable



Toute la résine retenue par capillarité se solidifie, participant à l'amélioration de la tenue mécanique



Radiopolymérisation
(reticulation) pilotée par
le rayonnement gamma

Une technique irréversible qui doit être justifiée

- Technique de la dernière chance
- Conservation de la fonction

- Traitement des bois archéologiques composites



Martha (figure de proue d'une goélette) - XIXe s. - Dunkerque



Saint Germain - XVIe s. - La Flèche



Vierge à l'Enfant - XVIIe s. - Beaumont-de-Lomagne



Parquet marqueté - XVIIIe s. - Viviers



Chaises italiennes - XIXe s. - Lyon



Saint Maurice



- XVIIIe s. - Vicq



Ancre - 1er s. - Arles

Tromblon - XVIIe s. - Cap-d'Agdes



Poutre d'animal (élément de sculpture) - période gallo-romaine - Aix-en-Provence



Chariot de canon du HMS Stirling Castle - XVIIe s. - Ramsgate, Angleterre

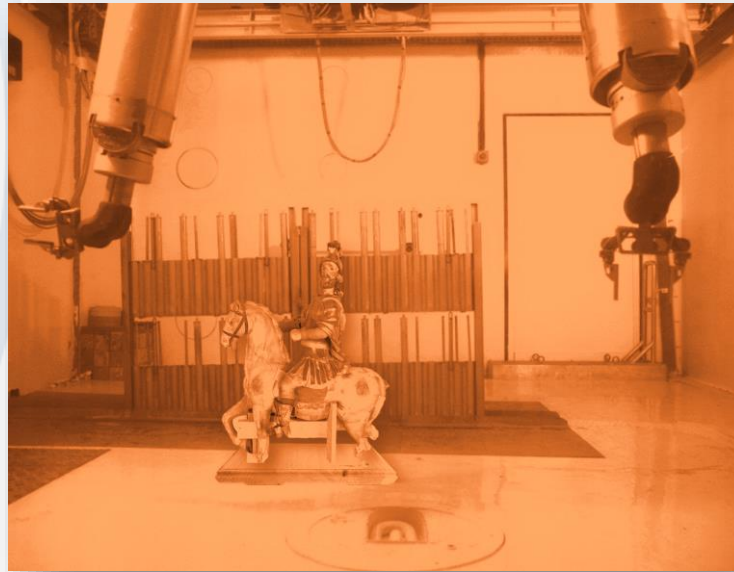


Grape de raisin (charge de canon) - XVIIIe s. - Saint-Nazaire



Seau gaulois - 1er s. av. J.-C. - Agen

Consolidation Nucléart



Saint Maurice, sculpture en bois polychromée, XVIIIe s., Vicq (France)

Suzannecourt, saint Vincent, XVIII^e s.



Attaque xylophage extrêmement sévère



Lac de Paladru : Les Paysans Chevaliers de l'an Mil

Adaptation du procédé « Nucléart » dans les années 75 pour sauver les vestiges archéologiques en bois gorgé d'eau



3 - Le traitement Nucléart mixte (4 grandes étapes)



1) Imprégnation PEG à 20-30%

+



2) Lyophilisation

+



3) Imprégnation styrène-polyester



4) Exposition au rayonnement gamma

Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



arc
nucle
art
Atelier de Recherche
et de Conservation

Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration



arc
nucle
art
Atelier de Recherche
et de Conservation

Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



© R. Benali / Studio Atlantis / CG13 / Mdaa

Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration

arc
nucle
art
Atelier de Recherche
et de Conservation

arc
nucle
art
Atelier de Recherche
et de Conservation

Sommaire

- **ARC-Nucléart en quelques mots**
 - Les missions et activités
- **Les procédés de conservation**
 - L'irradiation gamma
 - **Le traitement PEG-LYO pour les objets « humides »**
- **La restauration**

Quels sont ces objets humides ?

- Objets humides, archéologiques, gorgés d'eau...
- Trouvés dans les sédiments (sols, lacs, rivières, fleuves, mers...) lors de fouilles préventives ou programmées par des archéologues, qui nous apportent ces objets pour « stabilisation »

➤ *Une des missions d'ARC-Nucléart est l'assistance aux archéologues pour des prélèvements sur sites de fouille, dans ce cas ARC-Nucléart s'occupe du transport*



**Pirogue carolingienne Brison Saint Innocent
Prélèvement en 2017 (Lac du Bourget, Chambéry)**

Qq exemples de prélèvements d'épaves

- Prélèvement de la barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



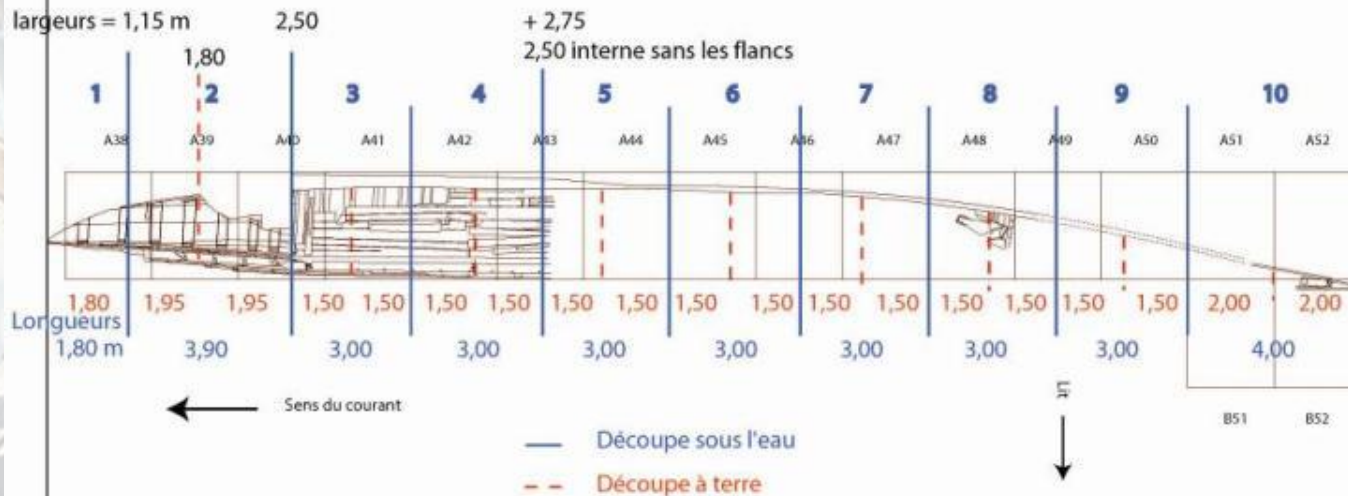
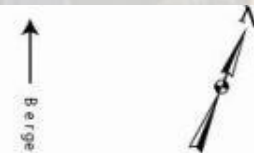
Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration



Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



Longueur totale = 30,70 m



Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration

Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration

Barge gallo-romaine « Arles Rhône 3 »



Arles-Rhône 3
Fouille - Relevage - Restauration



Exemple plus récent, oct 2022

- Prélèvement de la pirogue de Brissay-Choigny (Aisne), Moyen-âge



Pirogue de Brissay-Choigny (Aisne)

- Conditionnement avant transport



Pirogue de Brissay-Choigny (Aisne)

- Chargement pour transport



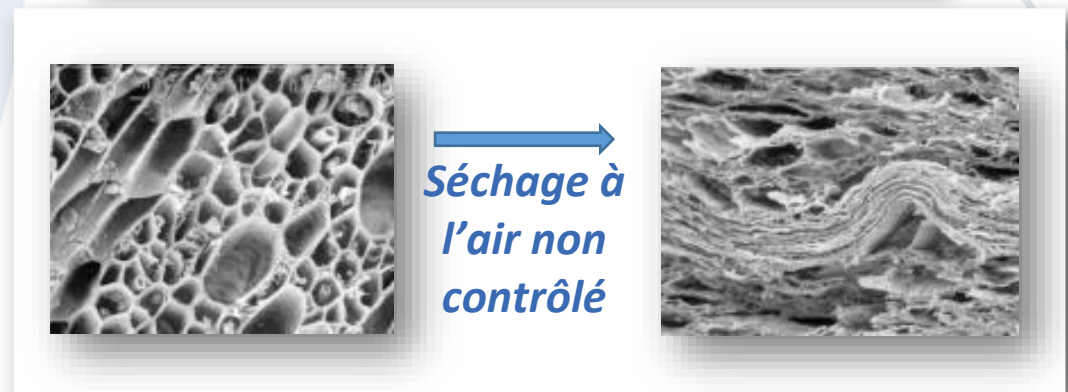
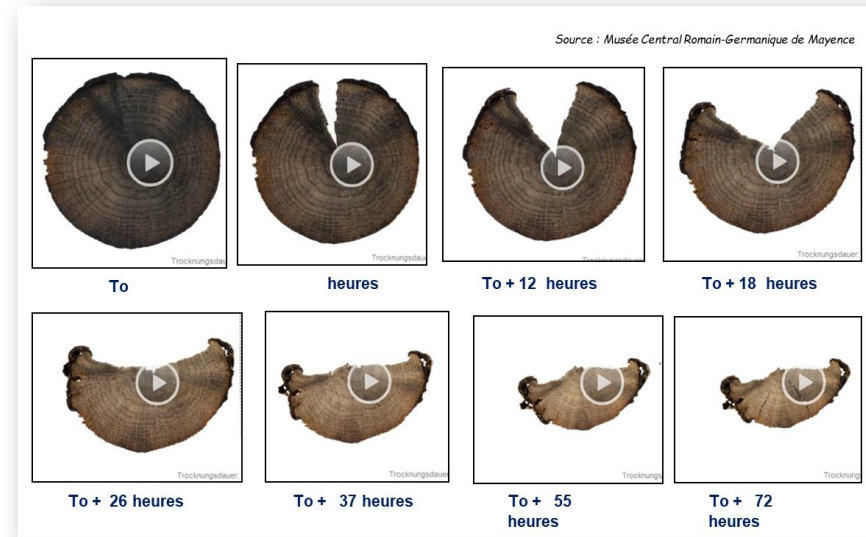
Pirogue de Brissay-Choigny (Aisne)

- Arrivée à Grenoble : nettoyage ... et conservation en milieu humide



L'illustration de la déformation d'un bois gorgé d'eau lors du séchage non contrôlé à l'air

- Macroscopique : déformations irréversibles
- Microscopique : effondrement cellulaire



La problématique est identique pour tous les objets en matériaux organiques (cuirs, fibres...)

Une dégradation rapide si un séchage sans précaution est appliqué



Le traitement PEG-Lyophilisation (2 grandes étapes)



1) Imprégnation dans des bains de PEG+Eau durant plusieurs mois (jusqu'à 35 %)



2) Séchage par lyophilisation (congélation + sublimation) durant quelques semaines

Exemple des bois de l'épave de Villenave d'Ornon – Musée d'Aquitaine

Sommaire

- **ARC-Nucléart en quelques mots**
 - Les missions et activités
- **Les procédés de conservation**
 - L'irradiation gamma
 - Le traitement PEG-LYO pour les objets « humides »
- **La restauration**

Restauration d'objets archéologiques

- Exemples d'opérations de restauration

Deux sarcophages, XI-XIIèmes siècles, Aurillac



Collage

Comblement

retouches



Vendôme, Pyxide en corne, Moyen-Âge



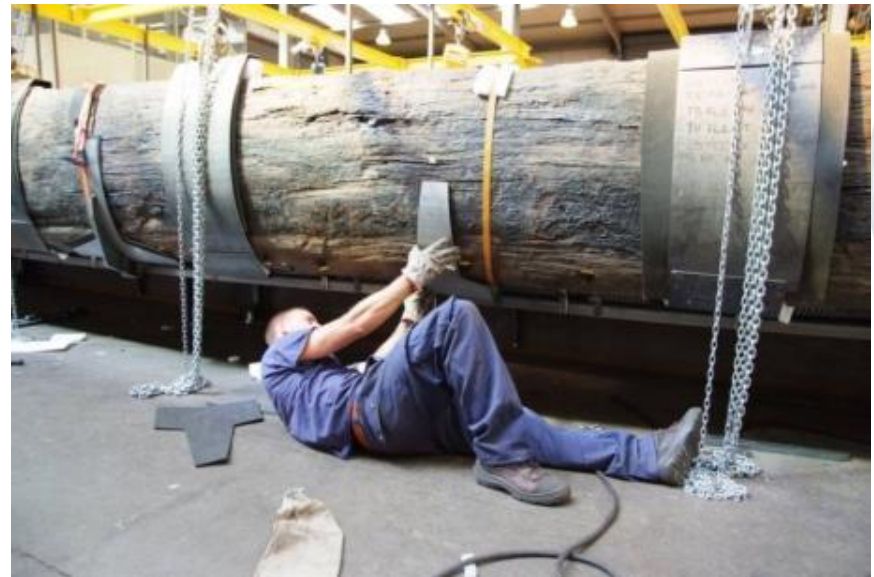
Lot d'objets composites datant de la 2^{de} guerre mondiale, Stenay

Restauration d'objets archéologiques

- Exemples de mise sur support



Chaland romain Arles Rhône 3



Après la restauration...

- Installations au musée



Musée d'Aurillac juin 2022



*Pirogue carolingienne Brison Saint Innocent
au musée savoisien, Chambéry, fin mai
2022*

Après la restauration ...

- Installation au musée du Chaland Arles Rhône 3



Et encore après ...

- Suivi de la vie des objets traités à ARC-Nucléart dans les musées (conservation préventive)



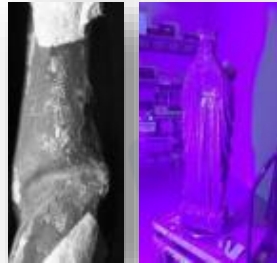
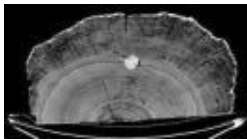
Chaland romain Arles Rhône 3, constat annuel



Nasse Pont sur Seine, constat dans le cadre d'un prêt pour exposition

La restauration de sculptures polychromées

Vierge à l'Enfant, en bois polychromé, XVI^e siècle,
Myans (Savoie)
Dimensions (cm) : 129 x 38 x 30



Restitution
Repose

Conservation
Restauration
(nettoyage,
fixage, masticage,
retouches,
complements
structuraux,
semelle/support)

Étude
polychromie

(microscopie
optique,
lumières
rasantes et UV,
échantillons
MEB, IRTF, ...)

Étude
structure

(radios,
scanners)

Mise en
charge

(facing, transport,
desinsectisation)



La restauration du Saint Vincent, XVIIIe s., Suzannecourt (52)

- Les principales étapes de la restauration, après consolidation Nucléart



Complements



Préparation surface



Réintégration

colorée



Soclage



Résultat final

En conclusion...

ARC-Nucléart, c'est

Archéologie :
Installations de
très grandes
dimensions

Sculpture: offre
complète
(désinfestation,
caractérisation,
conservation-
restauration)

Synergies :
Atelier et
laboratoire R&D
activités
culturelles et
industrielles

Reconnaissance
internationale



ARC-Nucléart a toujours
besoin de ...

Soutien

Mécénat

Nouveaux
partenaires

Une façon d'aider... Adhérez à PRONucléart



Faire connaître ARC-Nucléart au grand public en participant aux JEP, JEA, Forum, fête de la Science, visites, interventions diverses...

Association créée en 1974



Notre mission

soutenir ARC-Nucléart et aider à la diffusion des connaissances sur les traitements nucléaires du Patrimoine

Rejoignez-nous

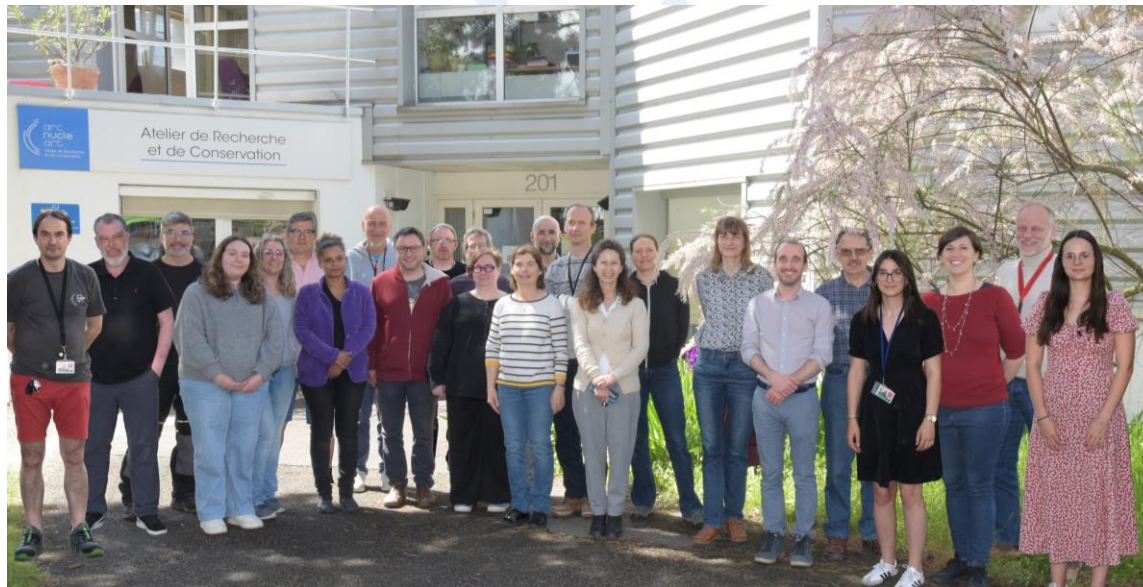
Bulletin d'adhésion en salle

<https://pronucleart.fr/>



Quelques réalisations emblématiques

Merci de votre attention.



Les membres du GP :



Ils nous soutiennent



www.arc-nucleart.fr