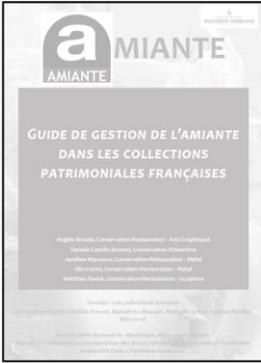


Dossier universitaire

« Chaîne de conditionnement de collections toxiques »



CENTRE DE RECHERCHE ET DE RESTAURATION DES MUSÉES DE FRANCE



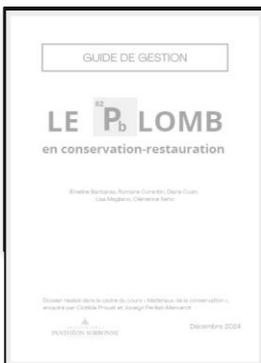
BROUTÉ Angèle, CASTILLO BRICENO Daniela, LIONNI Alix, MANZANO Apolline, RANCK Matthieu, « Guide de gestion de l'amiante dans les collections patrimoniales françaises », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024

CHEREAU Amandine, GUTIERREZ-MUNOZ Camila, SAGNES-KRAVTSOVA Camille, THÉPAUT Amandine, ZULOVIC Amina, « L'arsenic dans les collections patrimoniales », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024



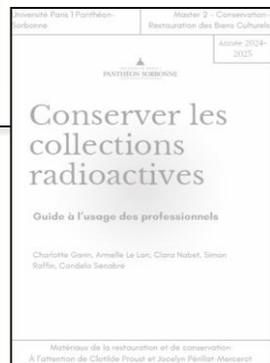
BATISTA Manon, BONNEMASOU-CARRÈRE Claire, DELAHAYE Cassandra, PITTION Julie, REINE Aude, « Les collections de Formaldéhyde - Étude du formaldéhyde dans les collections », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024

CHOTIN Kimberley, DEMANGE Léonie, LÉZENNEC Lise, NAERT Lison, MUNIR QURESHI Saïra, « Mercure et patrimoine », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024



BARBARAS Émeline, CORENTIN Romane, CUSIN Diane, MAGLIANO Lisa, SERIO Clémence, « Le plomb en conservation-restauration », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024

GARIN Charlotte, LE LAN Armelle, NABET Clara, RAFFIN Simon, SENABRE Candela, « Conserver les collections radioactives - Guide à l'usage des professionnels », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, C2RMF, 2024



Préambule

Le module « Matériaux de la conservation » dispensé aux étudiants de Master 2 Conservation-restauration des biens culturels (CRBC) de l'université Paris 1 – Panthéon Sorbonne intègre plusieurs cours théoriques relatifs aux matériaux et aux modes de conditionnement des collections. Il est sanctionné par des travaux en groupes sur un sujet défini par les coordinateurs pédagogiques : les groupes d'étudiants du Master CRBC, mêlant les spécialités restauration et conservation préventive au sein de chaque groupe, remettent un dossier.

En 2024, afin de favoriser l'insertion professionnelle des étudiants et de s'assurer qu'ils puissent disposer de réflexes appropriés face à une situation, les coordinateurs pédagogiques ont convenu de les confronter à la mise en place théorique d'une chaîne opératoire de conditionnement devant intégrer des collections qui posent une problématique de toxicité. Six types de source de toxicité ont été retenus : l'amiante, l'arsenic, les formaldéhydes, le mercure, le plomb et la radioactivité.

Précaution de lecture

Il ne s'agit pas de travaux exhaustifs mais exploratoires, réalisés par des étudiants en master de conservation-restauration des biens culturels de l'université Paris 1 – Panthéon Sorbonne.

Ces travaux n'ont pas valeur de recommandation, ils ne sont pas prescriptifs et ne se substituent pas à une analyse de situation réalisée par des professionnels habilités et des organismes spécialisés en santé publique.

Ces travaux n'ont pas été validés par le ministère de la Culture, par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ou par le ministère de la Santé et de la Prévention.

Remerciements

Ce projet pédagogique a été coordonné entre octobre et décembre 2024 par Clotilde PROUST, conservatrice-restauratrice spécialisée en collections archéologiques, indépendante et coordinatrice du module pour l'Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne, et Jocelyn PÉRILLAT-MERCEROT, chargé d'études documentaires – conseil en conservation préventive au C2RMF.

Ont été associées à cet encadrement pédagogique Bénédicte MASSIOT, conservatrice-restauratrice spécialiste d'objets scientifiques et composites au C2RMF, et Nathalie SÉA, conseillère en prévention des risques professionnels au C2RMF.

Les coordinateurs pédagogiques et les étudiants expriment également leur gratitude pour les professionnels ayant accompagné, renseigné et conseillé les étudiants dans le cadre de leur étude : Thierry AUBRY, Marjolaine BACOT, Caroline BAUER, Thomas BEAUFILS, Juliette BOUZOU, Lise BRET, Anne CHAILLOU, Émilie CHECHROUN, Françoise COLLANGES, Jacques CUISIN, Jane ECHINARD, Diane EL-BACHIR, Vincent GUERRE, Benoît JENN, Adrien KLAPISZ, Sandra LÉBOUCHER, Patricia LECLERC, Alexandra LEFEBVRE, Stéphane LEMOINE, Sylvie MAILLARD, Bénédicte MASSIOT, Noémy MOLLARET, Célestine OUSSET, Céline PALETTA, Séverine PETIT, Éloïse QUETEL, Nina ROBIN, Laure-Elie RODRIGUES, Juliette ROLLIER-HANSELMANN, Julie SCHRÖTER, Nathalie SEA, Loren SOUCHARD, Olivier THOMAS, Mahaut TRINQUAND, Olivier VAILLANT, Saskia VAN DE VOORDE, Zoe-Joy VANGANSEWINKEL, Arnaud VEILLARD, Leslie VILLIAUME, Marc VOISOT, Juliette ZELINSKY

Les coordinateurs pédagogiques souhaitent remercier les étudiants de Master 2 CRBC pour leur implication dans ce projet et pour leurs productions.

Mercure et patrimoine

Matériaux de la conservation-restauration 2024-2025

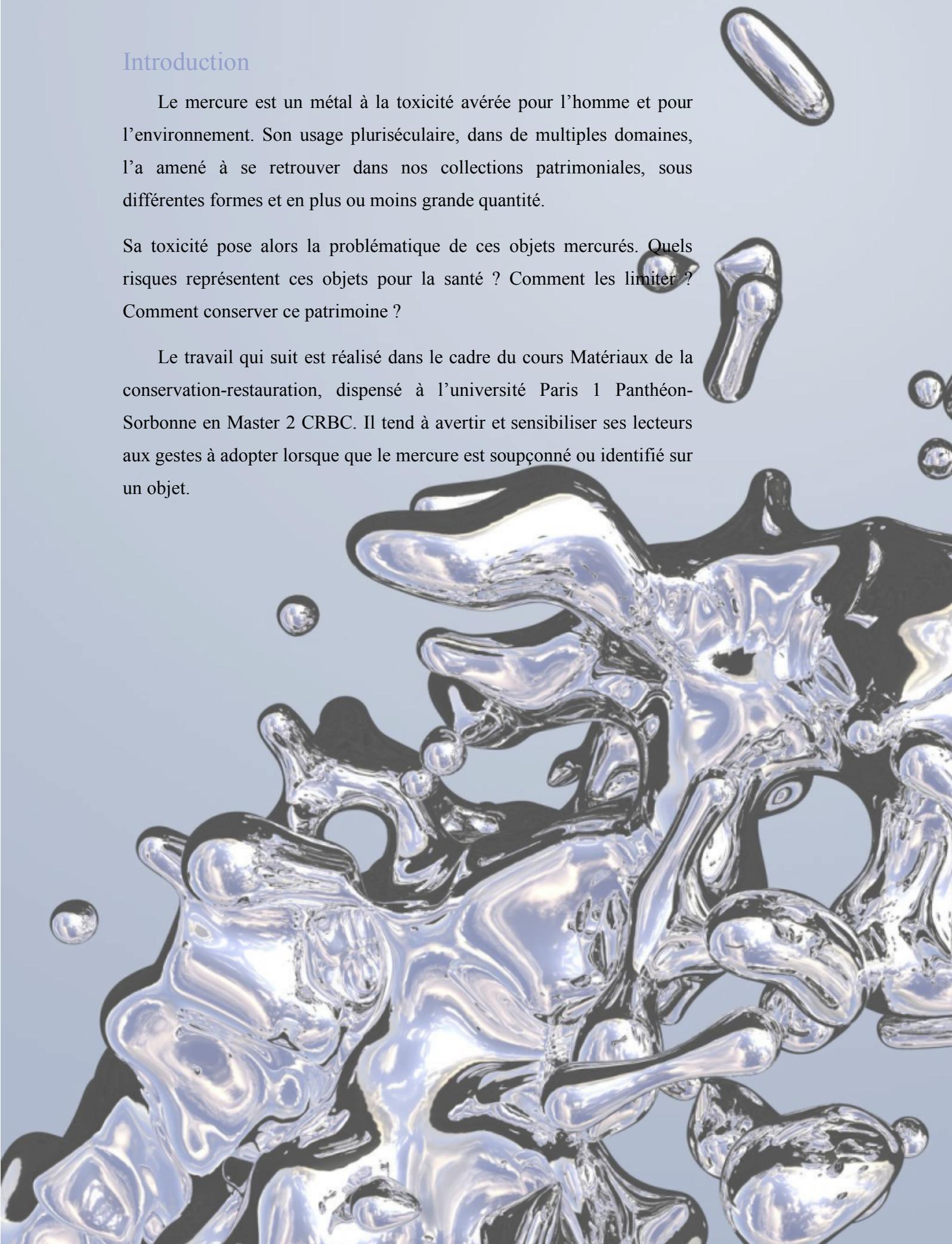
Kimberley CHOTIN
Léonie DEMANGE
Lise LÉZENNEC
Lison NAERT
Saïra MUNIR QURESHI

Introduction

Le mercure est un métal à la toxicité avérée pour l'homme et pour l'environnement. Son usage pluriséculaire, dans de multiples domaines, l'a amené à se retrouver dans nos collections patrimoniales, sous différentes formes et en plus ou moins grande quantité.

Sa toxicité pose alors la problématique de ces objets mercurés. Quels risques représentent ces objets pour la santé ? Comment les limiter ? Comment conserver ce patrimoine ?

Le travail qui suit est réalisé dans le cadre du cours Matériaux de la conservation-restauration, dispensé à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne en Master 2 CRBC. Il tend à avertir et sensibiliser ses lecteurs aux gestes à adopter lorsque que le mercure est soupçonné ou identifié sur un objet.



Sommaire

Introduction	
Remerciements	1
Mercure et collections	
Qu'est-ce que le mercure ?	2
Le mercure dans les collections patrimoniales	3
Comment identifier le mercure ?	6
Santé et sécurité	
Les risques d'exposition au mercure	8
L'impact du mercure sur la santé	9
Que faire en cas d'exposition au mercure ?	10
Les équipements de protection individuelle	11
Actions préventives	13
Signaler les collections	14
Évaluer les risques de contamination toxique	15
Que faire en cas de déversement du mercure ?	16
Qui contacter pour le traitement du mercure ?	18
Préconisations de manipulation des collections	19
Préconisations pour le stockage et le conditionnement	20
Quelques précautions dans l'atelier de conservation-restauration	21
Informier et former le personnel	22
Suivre la santé du personnel	23
Études de cas	24
Conclusion	27
Bibliographie	28
Annexes	33

Remerciements

Nous remercions chaleureusement les professionnels qui ont contribué à ce dossier, ont accepté de nous rencontrer et ont consacré de leur temps à répondre à nos questions :

- **Caroline Bauer**, chargée du suivi de conservation-restauration
Centre national des arts plastiques, Paris
- **Lise Bret**, cheffe de la régie des collections
Musée national de la Marine, Paris
- **Françoise Collanges**, conservatrice-restauratrice en horlogerie, patrimoine scientifique et technique, conseillère en conservation préventive, Bruxelles
- **Jacques Cuisin**, délégué à la conservation
Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
- **Vincent Guerre**, miroitier d'art
Paris
- **Sylvie Maillard**, chargée de la conservation préventive des collections
Musée des arts et métiers, Paris
- **Célestine Ousset**, conservatrice d'objets d'art et d'archéologie et consultante en conservation préventive, Paris
- **Séverine Petit**, responsable des collections
Musée du Temps, Besançon
- **Saskia Van de Voorde**, conservatrice
War Heritage Institute, Bruxelles
- **Leslie Villiaume**, horlogère et restauratrice du patrimoine horloger
Paris
- **Marc Voisot**, restaurateur d'horloges et d'objets scientifiques
Dinan



Qu'est-ce que le mercure ?



Le **mercure** est un **métal lourd**. Il existe sous trois formes dans la nature : élémentaire (métallique), organique et inorganique (minéraux avec oxyde, chlorure et sulfure de mercure).

Il est le seul métal liquide à température ambiante. Le mercure se dilate à la chaleur.

Il est le plus volatile de tous les métaux.

- . Point de fusion : - 38,9 °C
- . Point d'ébullition : 357,3 °C
- . Densité : 13,6 g / cm³
- . Insoluble dans l'eau
- . Grande mobilité à l'état liquide et peu visqueux
- . Volatile : vapeurs incolores, inodores et persistantes dans l'air
- . Capacité à s'amalgame avec d'autres métaux (étain, cuivre, or, argent mais pas avec le fer)
- . Propriétés antiseptiques et fongicides

La réglementation du mercure



Un ensemble de textes législatifs a été élaboré par l'Union Européenne et couvre tous les aspects du cycle de vie du mercure, de l'extraction à l'élimination des déchets. Cette législation comprend des mesures relatives au commerce, aux produits contenant du mercure et à la pollution par le mercure.

Cependant, le patrimoine contenant du mercure n'est pas mentionné.

Le dernier règlement européen sur le mercure révisé est entré en vigueur le 30 juillet 2024.

La première stratégie sur le mercure a été adoptée en 2005 dans l'UE et déjà révisée en 2010.

Aujourd'hui, le règlement **interdit l'exportation** et/ou l'importation de mercure, de composés du mercure et d'une large gamme de produits à base de mercure, certaines utilisations dans l'industrie, **limite les utilisations nouvelles** du mercure dans l'industrie et veille à la **gestion adéquate des déchets de mercure**, sans mise en danger de la santé humaine ni de l'environnement.

La Commission au Conseil et au Parlement européen a notamment adopté les actes d'exécution suivants :

o Formulaires obligatoires pour l'importation de mercure.

o Tenue d'un inventaire des produits à base de mercure et des procédés de fabrication utilisant du mercure ou ses composés qui sont autorisés, mis à disposition.

Les **déchets du mercure** sont, pour la plupart, considérés comme des « **déchets dangereux** » au sens de la directive-cadre relative aux déchets. Des exigences spécifiques pour leur stockage sont fixées par la directive sur la mise en décharge.

Le mercure dans les collections patrimoniales

Les objets de l'industrie

Objets de l'industrie électrique (piles, batteries, lampes), de l'industrie chimique et utilisés en mécanique (tram, trolleybus, voiture...).

Redresseur triphasé à vapeur de mercure, 1920-1930

© Toulouse, Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique industrielle



Les objets médicaux et pharmaceutiques

Médicaments, plombages dentaires, instruments médicaux (tensiomètres, thermomètres, sphygmomètres...).



Remarque : les thermomètres au mercure ne sont plus fabriqués en France depuis 1998.

Thermomètre au mercure et flacon de mercure, XX^e siècle © Rennes, Conservatoire du patrimoine hospitalier de Rennes



Les objets scientifiques

Outils de navigation, télescopes à miroir, thermomètres, baromètres, tensiomètres, thermostats...

Baromètre de Fortin, 1^{er} quart du XX^e siècle, Niort, Musée Bernard d'Agès © Alienor.org



Les minéraux

À l'état natif, le mercure se retrouve dans différents minéraux dont le cinabre (pouvant contenir jusqu'à 86 % de mercure), le zinc, le cuivre, l'or et d'autres, à des taux variés.

Remarque : le cinabre est utilisé comme pigment rouge. Il est présent sur de nombreuses collections patrimoniales variées.



Cinabre © Musée Virtuel Albert de Lapparent

Les collections d'histoire naturelle

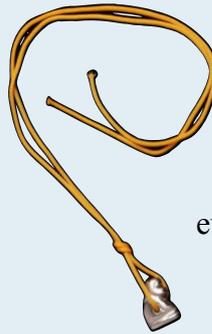
Le mercure fut beaucoup utilisé comme pesticide et conservateur de spécimens naturalisés et d'herbiers.

Remarque : il était appliqué en solution, immersion ou vaporisation à l'intérieur des peaux ou sur leur surface. Les herbiers ont été traités au chlorure de mercure ou « sublimé corrosif » depuis le XVIII^e siècle et jusqu'au XX^e siècle environ.



Nid et œufs d'Eider, 1892
© Paris, Museum national d'histoire naturelle

Les collections ethnologiques



Ces collections ont également reçu quelques traitements pesticides au mercure. Mais certains objets eux-mêmes contiennent aussi du mercure.

Amulette phraparot, fin du XX^e siècle
© Paris, Musée du quai Branly – Jacques Chirac

Remarque : amulette du luang pu de Chantaburi, en Thaïlande - Phraparot, littéralement « mercure sacré » fabriquée à partir d'une recette de mercure solidifié. Dans diverses cultures, ce métal peut porter une symbolique puissante. Ailleurs, en Inde brahmanique par exemple, sperme de Shiva, il était le roi des métaux.

Les collections textiles

Feutre de peaux.

Chapeau melon, années 1910
Toronto, © Royal Ontario Museum



Remarque : le feutre de peaux a longtemps été fabriqué à l'aide de mercure. Le métal était utilisé lors du processus de secrétage depuis le XVIII^e et jusqu'au XX^e siècle environ. Les chapeaux, particulièrement, sont des accessoires susceptibles de porter des traces de mercure.

Les objets décoratifs

Miroirs à amalgame étain-mercure, horloges et autres objets d'art.

Pendule perpétuelle ATMOS modèle « mercure mysterious », 1934

© Cluses, Musée de l'horlogerie et du décolletage



Galerie des Glaces, château de Versailles, 1678-1684 © RMN - Grand Palais (château de Versailles) / Michel Urtado

Remarque : la fabrication de ces miroirs cesse réellement en France à la fin du XIX^e siècle. Le mercure peut se retrouver sur des objets scientifiques travaillés et intégrés dans un intérieur ou un ensemble décoratif (la valeur de l'objet n'est plus scientifique mais il reste fonctionnel).

Les collections d'art

Les propriétés esthétiques et physiques du mercure ont particulièrement intéressé certains artistes.

Rebecca Horn, *Hydra Piano*, 1988, Paris, Centre national des arts plastiques © Adagp, Paris



Si certaines collections à risques sont clairement identifiées, il est important de savoir reconnaître le mercure afin de questionner l'ensemble des collections et leur risque toxique potentiel. Certaines par exemple ont été en contact avec du mercure et les résidus engendrés ne sont pas évidents à percevoir.

Optique de phare, 1894
Paris, Musée national de la Marine © A. Fux

Comment identifier le mercure ?



Le mercure est d'abord reconnaissable à sa **couleur argentée** et à sa **brillance** puis à son état liquide à température ambiante.

***Remarque** : pour repère, notons qu'il est moins réfléchissant que l'argent.*

***Attention** : le mercure n'a pas d'odeur, il est donc inutile de solliciter son odorat pour tenter de l'identifier.*

Sur les miroirs

Les miroirs à l'amalgame ont des **nuances bleutées** au contraire des miroirs à l'argent, aux nuances jaunes. Il réfléchit moins la lumière que les miroirs en argent.

***Remarque** : posez un papier fin sur votre miroir. S'il apparaît particulièrement pâle et brillant, il s'agit probablement d'un miroir en argent.*

Si le revers de votre miroir n'est protégé par aucune peinture, il s'agit probablement d'un miroir au mercure.

Attention, l'inverse n'est pas valable.

Des miroirs au mercure ont pu être peints à des fins conservatives.

L'amalgame étain-mercure est instable et peut libérer des gouttelettes de mercure qui se retrouvent sur le bas du cadre ou les planchers. Ces gouttelettes peuvent aussi être visibles en formation à travers le verre.

Au cours de temps, de petits trous entre le verre et l'amalgame se forment, semblables à de petits points de lumière ; certains vieux miroirs brillent plus qu'ils ne reflètent.

Collections d'histoire naturelle et ethnologiques

La présence de mercure peut être soupçonnée lorsque l'on observe, particulièrement sur les spécimens d'oiseaux naturalisés, une peau cassante sans décoloration des plumes. Le mercure peut également corroder les métaux ajoutés aux différents spécimens.

Des taches gris-noir peuvent laisser soupçonner la présence de mercure sur les végétaux.

***Remarque** : si ces collections particulièrement fragiles et sujettes aux infestations ou au développement de micro-organismes, sont en très bon état en dépit d'environnements et de climats adéquats, vous pouvez questionner la présence d'un conservateur potentiellement toxique.*

Attention, l'inverse n'est pas forcément valable.

Cinabre

La présence de cinabre sur un objet peut être soupçonnée lorsque l'on observe un noircissement des couleurs rouges.

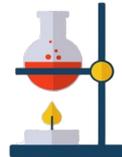
Des recherches

Nos propres connaissances croisées avec l'étude de l'objet et de son contexte de création sont essentielles afin d'identifier au mieux le risque toxique.

Les archives de collections peuvent être riches d'indices jusqu'à parfois affirmer la présence de mercure notamment sur les naturalia.

Remarque : attention, un travail d'archive n'est inversement pas suffisant pour infirmer la présence de mercure.

Des analyses scientifiques



- **Détection de vapeurs :**

→ **Indicateur coloré en poudre** : poudre composée d'iodure cuivreux, de soufre, de silice amorphe, d'amidon, réagissant à différents composés de mercure. Il s'agit d'un dispositif simple particulièrement sensible et efficace.

→ **Tubes réactifs colorimétriques** (Gastec, Sensidyne, Dräger) : ils permettent une mesure ponctuelle et une identification rapide du gaz en présence. Chaque tube cible un gaz, soit un seul élément précis. Ils ont le désavantage d'être à usage unique et de nécessiter un petit équipement (pompe).

→ **Badges passifs** : sous forme de badge, cet équipement individuel permet de surveiller l'exposition à des gaz toxiques, dont le mercure, sur des durées d'exposition allant de 15 min à 24 h. Un indicateur coloré notifie la présence de gaz et le taux d'exposition, même à partir d'une infime quantité. Ils peuvent être judicieux lors d'opérations prolongées dans une atmosphère potentiellement contaminée.

→ **Détecteur portable de vapeurs de mercure** : capable de détecter de très basses concentrations de vapeur de mercure. Certains modèles ont l'avantage de prendre des mesures régulières afin de réaliser une surveillance ou préciser / identifier l'origine d'une contamination.

Remarque : certains appareils peuvent avoir l'avantage de coupler la détection de plusieurs gaz toxiques.

- **Identification sur les objets :**

→ **La spectrométrie de fluorescence des rayons X** : permet d'affirmer la présence de mercure sur les objets. Elle est une technique d'identification rapide, non-destructive, quantitative et qui a l'avantage d'être multi-élémentaire. Elle est souvent combinée avec une spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier pour connaître les différents composés organiques et inorganiques.

Les risques d'exposition au mercure

Le risque d'écoulement

Pour les réservoirs de mercure :

Les instruments scientifiques contenant du mercure le renferment souvent dans de petits contenants de verre dont la transparence permet de suivre le mouvement du métal.

Le verre intrinsèquement fragile peut se briser lors d'un choc ou d'une manipulation inadéquate et provoquer l'écoulement du mercure.

Il peut arriver que le contenant soit également vidé lors d'une manipulation inappropriée ou non maîtrisée.

Pour les miroirs :

La dégradation des amalgames utilisés pour les miroirs peut entraîner la formation de gouttelettes de mercure pouvant couler du miroir et se répandre dans son environnement.

Remarque : la formation de gouttelettes résulte particulièrement d'un choc climatique important.

L'écoulement du mercure implique une pollution de l'environnement et augmente le risque d'exposition à ses vapeurs.

Attention : le mercure est toxique sous toutes ses formes même s'il l'est plus ou moins selon son état physique et son degré d'oxydation.

Le risque d'inhalation

Le mercure liquide à l'air libre représente un **risque d'inhalation relatif à la température ambiante et à la durée plus ou moins prolongée d'exposition.**

Ses vapeurs déposent des particules de mercure dans le système respiratoire qui se diffusent et s'accumulent ensuite dans l'organisme.

Remarque : sa vitesse d'évaporation augmente proportionnellement à la chaleur et à l'humidité.

Ses vapeurs sont d'autant plus dangereuses qu'elles sont très mobiles et ont une **grande persistance dans l'air**. Cette persistance concourt à l'allongement du temps d'exposition. Ces vapeurs à forte densité ont, de plus, une **tendance à s'accumuler près du sol**, accroissant le risque d'intoxication pour les enfants.

Le contact avec la peau

Dans tous ses états, le mercure peut entrer en contact avec la peau lors de mésaventures (écoulement impromptu) ou lors de simples manipulations (sortie de réserve par exemple), d'autant que selon sa forme il peut être particulièrement persistant sur les objets.



L'impact du mercure sur la santé

Inhalation

Le mercure inhalé est **très toxique**. À la suite d'une exposition, les symptômes peuvent **s'apparenter à ceux d'une grippe** : maux de tête, fièvre, douleurs musculaires, toux, oppression thoracique et écoulement nasal.

Ils peuvent être également plus grave et se traduire par une dyspnée, des difficultés respiratoires et une oppression à la poitrine. Une exposition par inhalation peut être la cause de **lésions pulmonaires, de l'accumulation potentiellement mortelle de liquide dans les poumons, et d'une atteinte du système nerveux**. Cela se traduit par des tremblements, une certaine instabilité émotionnelle, des insomnies, des faiblesses musculaires, des maux de tête, des pertes de mémoire, des engourdissements et des réflexes lents.

Des effets plus rares sont un goût métallique, une salivation excessive et des difficultés à avaler. L'ingestion de particules de mercure peut affecter le système digestif et les reins.

Contact avec la peau et les yeux

Le mercure n'est pas un agent irritant mais il peut provoquer une réaction allergique. Un contact prolongé peut entraîner des symptômes similaires à ceux d'une inhalation.

Il est inclassable quant à sa cancérogénicité.

Le contact avec le mercure peut **nuire au fœtus et au développement de l'enfant**.

Sa toxicité pour la mutagénicité et la reproduction n'est pas connue.

Exposition longue durée

Une exposition longue durée au mercure est **très toxique**. Il peut entraîner des **dommages permanents du système nerveux**. Les tremblements peuvent être le signe d'une exposition prolongée à de faibles niveaux de vapeur de mercure. Une longue exposition peut entraîner des changements de comportement et de personnalité, une perte d'appétit, des insomnies, des réactions psychotiques, des pertes de mémoire, des troubles de la mobilité, une infection des reins. L'exposition prolongée amplifie ces symptômes jusqu'à **affecter le cœur**.



Que faire en cas d'exposition au mercure ?

Les premiers soins

Exposition ou apparition de symptômes

Lors d'une exposition ou d'une suspicion d'exposition, il est nécessaire de consulter un médecin ou de se rendre dans un centre antipoison.

Il est fortement recommandé aux travailleurs en contact avec du mercure de se former aux premiers secours et d'être sensibilisés à ce type de matériau toxique.

Inhalation

En cas d'inhalation de vapeur de mercure, il est nécessaire de **transporter la victime à l'air frais.**

Il est recommandé d'appeler les pompiers notamment si la respiration se fait difficile ou pour tout autre réaction, ainsi que d'appeler un centre antipoison.

Il **NE FAUT PAS** déplacer ni laisser la victime se déplacer inutilement, afin de retarder l'apparition d'un œdème pulmonaire.

Durant toute assistance, il faut éviter le contact en bouche-à-bouche.

Contact avec la peau et les yeux

Les vêtements et protections contaminés doivent être retirés rapidement tout en évitant un quelconque contact.

Épongez tout produit résiduel et lavez à l'eau tiède avec du savon pendant 5 min.

Il est recommandé de changer de vêtements à chaque séance de travail ou de les laver, ainsi que les chaussures, avant de les réutiliser.

Si du mercure entre directement en contact avec les yeux, il faut immédiatement les rincer à l'eau tiède pendant 5 min tout en maintenant les paupières ouvertes.



Les Équipements de Protection Individuelle (EPI) nécessaires à la manipulation d'objets au mercure

1



Protégez vos yeux et votre visage

Il est nécessaire de porter **des lunettes de protection** lors de toutes manipulations et contacts avec le mercure et/ou objet d'art comportant ce produit. **Un écran facial** muni de lunettes étanches peut être recommandé lors d'interventions à risque.

2



Protégez votre peau

Portez **des gants**.

La manipulation du diméthylmercure, particulièrement, est extrêmement toxique et néfaste pour l'homme.

Privilégiez **des vêtements et des chaussures de travail**.

La protection minimale se constitue d'habits (manches longues et pantalon) et de chaussures (fermées) de sécurité adéquats à la manipulation de mercure. Dans certaines situations, une tenue étanche de protection est vivement recommandée.

3



Protégez vos poumons

Pensez à porter **un masque à cartouches filtrantes**.

Ce système se présente comme un demi-masque à cartouches, ou un masque complet relié à une unité de ventilation assistée avec filtres.

Dans ces deux configurations, les cartouches choisies doivent spécifiquement filtrer le mercure sous forme de vapeurs et/ou de particules.

Remarque : Le masque complet recouvrant les yeux et le visage peut se substituer aux lunettes de protection et écran facial. En revanche, s'il s'agit d'un demi-masque facial, il doit être employé en complément de lunettes de protection.

Ou bien, utilisez **un système à adduction d'air**.

Il se compose d'un masque complet relié à une unité d'air pur. Ce type de système n'a pas été développé spécifiquement pour le mercure mais peut être employé en tant qu'EPI. Il peut être adapté aux concentrations des vapeurs de mercure.

Comment bien choisir ses EPI ?



Le choix des matériaux pour la protection de la peau

Les matériaux considérés comme convenables pour les gants et les vêtements sont les suivants :

- o Caoutchouc (butyle, naturel, néoprène, nitrile)
- o Chlorure de polyvinyle (PVC)
- o Viton[®], Viton[®]/caoutchouc butyle
- o Silver Shield[®] - PE/EVAL/PE
- o Polychlorure de vinylidène PVDC Saranex[®]
- o AlphaTec[®] 4000
- o Tychem[®] (5000, 6000, 6000 FR, 9000)
- o Responder[®] CSM, 10000, 10000 FR

Où trouver cet équipement ?

Les gants et les vêtements adaptés sont vendus par des revendeurs des différentes marques citées précédemment.

Les filtres et cartouches adaptés pour le mercure sont vendus par les fabricants 3M[®], Dräger[®], North[®], Survivair[®], Interspiro[®], MSA[®] et sont compatibles le plus souvent avec le masque de la même marque.

Références approuvées par le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) : consultez le [NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards](#).



Le choix du système de protection respiratoire

Il dépend particulièrement de la concentration en vapeur de mercure de la zone d'intervention.

• Jusqu'à 1 mg/m³

Pour un facteur de protection FP = 10, il est nécessaire de porter :

- o Soit un masque facial à cartouche chimique offrant une protection contre les composés du mercure.
- o Soit un appareil de protection respiratoire à adduction d'air.

Pour un facteur de protection FP = 25, il est nécessaire de mettre en place :

- o Soit un respirateur à adduction d'air fonctionnant sur le mode débit continu.
- o Soit un respirateur purificateur d'air à moteur avec les cartouches adéquates.

• Jusqu'à 5mg/m³ :

Pour un facteur de protection FP = 50, il est nécessaire de se protéger :

- o Soit avec un respirateur à cartouche chimique avec masque complet et cartouches adéquates.
- o Soit avec un respirateur à adduction d'air ayant le mode débit continu.
- o Soit avec un respirateur purificateur d'air à moteur.

Pour une protection optimale, le masque doit être bien ajusté.

• Jusqu'à 10mg/m³ :

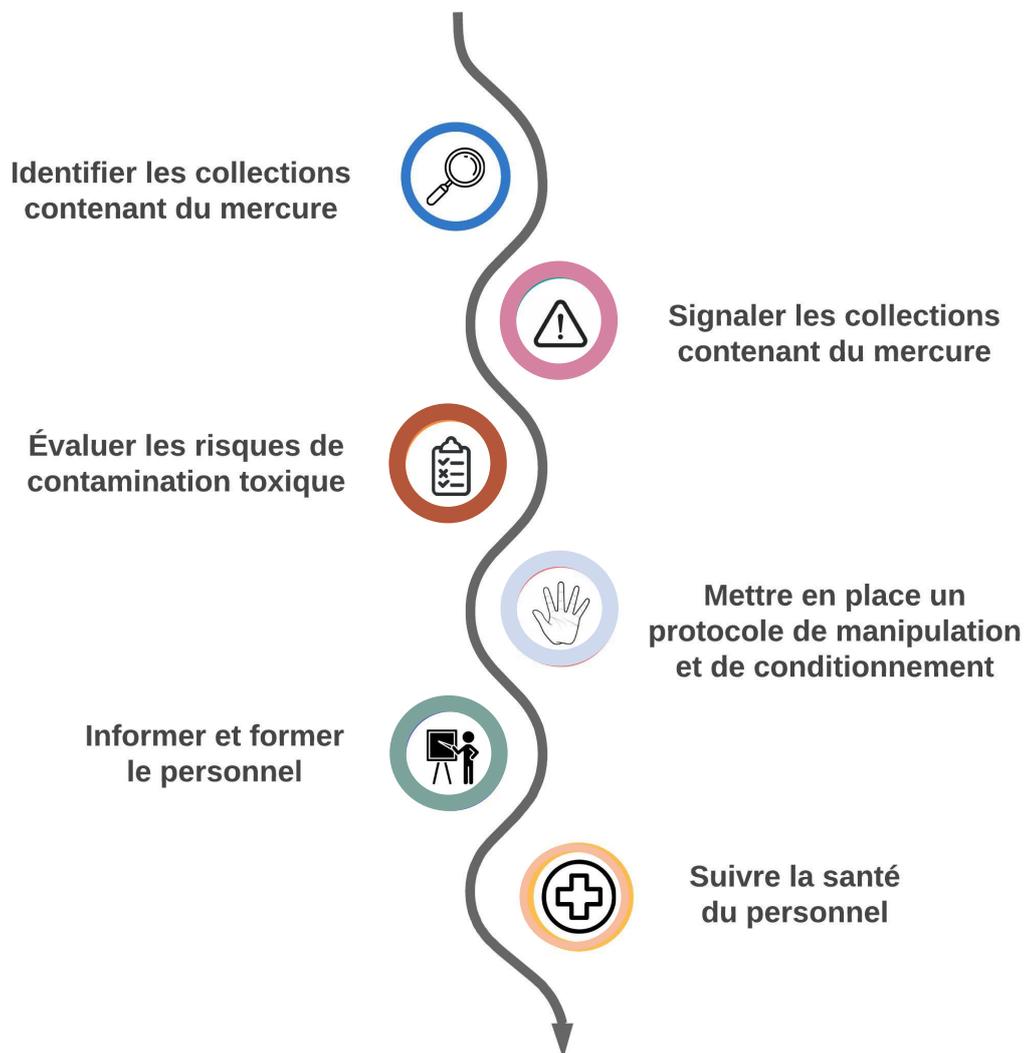
Pour un facteur de protection FP = 100, il est nécessaire d'avoir :

- o Un respirateur à adduction d'air fonctionnant sur le mode de demande de pression ou autre mode de pression positive.



Les actions préventives pour gérer une collection contenant du mercure dans une institution patrimoniale

Afin de réduire les risques de contamination au mercure dans une institution dont les collections en contiennent, des actions préventives peuvent être mises en place pour allier conservation du patrimoine et protection de la santé au travail.





Signaler les collections



Pour limiter les risques d'accident, la présence du mercure dans les collections doit être très clairement signalée :

- sur l'inventaire et **la base de données** des collections.
- ▷ Un panier "Collections toxiques : mercure" peut être créé pour regrouper toutes les fiches des objets concernés.
- dans l'espace de stockage, à l'aide d'**un affichage** à l'entrée de la réserve ou à proximité de la zone où sont rassemblées les collections contenant du mercure.
 - à côté de l'objet contenant du mercure, grâce à **une étiquette** signalétique rattachée à l'objet ou à son conditionnement.

Si les collections contenant du mercure sont dispersées dans la réserve, il est conseillé de réaliser **une cartographie des espaces** en indiquant leur emplacement sur un plan.

La signalétique alerte sur les dangers grâce à des pictogrammes et informe sur les moyens de protection.

Exemple d'une étiquette



! PSBC

Même si le mercure est ininflammable, sa présence dans les collections doit être impérativement notifiée dans le **Plan de sauvegarde des biens culturels** du musée, afin d'avertir les pompiers du risque accru d'évaporation de vapeurs de mercure et de poussières d'oxyde mercurique lors d'un incendie.



Évaluer les risques de contamination toxique



Les quantités de mercure présentes dans les musées sont relativement minimes comparativement aux activités industrielles, et les risques d'accident et d'évaporation sont moins fréquents. Néanmoins, les effets toxiques du mercure sur la santé humaine obligent à limiter au maximum les risques d'exposition pour le personnel et les visiteurs.

Afin d'adapter les mesures de prévention aux risques réels d'exposition au mercure dans l'institution, une **évaluation des risques** aide à mieux connaître ses collections, à alerter sur les dangers imminents et à prioriser les interventions afin d'accompagner la prise de décision. (cf. Annexes p. 33-34)

- ✓ Estimer la quantité de mercure dans le musée
- ✓ Mesurer le taux de mercure dans l'air
- ✓ Étudier l'environnement des objets contenant du mercure
- ✓ Observer l'état sanitaire de chaque objet avec du mercure
- ✓ Examiner les conditions de stockage et d'exposition des objets

Extraction du mercure,
Science Museum Londres
© The Board of Trustees
of the Science Museum



Conserver ou éliminer le mercure dans les collections ?

Pour prévenir tout risque de déversement de mercure, des institutions et des conservateurs-restaurateurs privilégient son **extraction préventive**.

▷ le mercure est aspiré avec une pipette ou une pompe à vide, récolté dans un flacon en polyéthylène ou acier inoxydable et doit être pris en charge par un organisme de traitement agréé.

Cependant, l'élimination du mercure n'est pas systématique :

- ▷ si le mercure n'est pas accessible sans détériorer l'objet.
- ▷ car le mercure est considéré comme un **élément constitutif de l'objet** et de sa valeur.
- ▷ pour des raisons éthiques, le mercure extrait devenant un déchet toxique traité par enfouissement.



Que faire en cas de déversement de mercure ?



Le déversement de mercure métallique peut advenir lors de la manipulation d'un objet patrimonial, à la suite d'un choc accidentel ou par manque d'étanchéité du contenant. Lorsqu'il n'est plus contenu, le mercure, très mobile, se répand par effets de capillarité et se transforme en gouttelettes qui se dispersent sur l'objet et sur son environnement (sous le mobilier, dans les rainures du plancher, sur les tissus, sous la semelle des chaussures...). Ces perles dégagent des vapeurs toxiques.



Mettre l'objet en sécurité

- le poser dans un endroit sécurisé, arrêter la manipulation.
- le recouvrir d'un film polyester.
- placer une signalétique : « Ne pas toucher - Mercure ».
- consulter un conservateur-restaurateur habilité.

Sécuriser l'espace contaminé

- délimiter l'espace et en interdire l'accès.
- ôter et emballer les vêtements contaminés dans un sac plastique.
- se vêtir d'EPI, ôter les bijoux en métal.
- ventiler la pièce avec une sortie d'air extérieure.



Nettoyer l'espace contaminé

- < 15 ml de mercure : aspirer les gouttelettes avec une pipette, un compte-goutte oculaire ou une seringue.
- > 15 ml de mercure : aspirer les perles de mercure avec une pompe à vide ou un aspirateur de laboratoire dédié.
 - placer le mercure dans un flacon en polyéthylène haute densité.
 - pour récupérer les très fines gouttelettes : saupoudrer de la chaux, de la fleur de soufre puis du cuivre en poudre ou de la limaille. Les retirer avec un pinceau dans un sac plastique.
 - La fleur de soufre change de couleur (du jaune au brun-rouge) en présence de mercure.
 - placer tout le matériel contaminé dans un double sac plastique hermétique en signalant « Mercure : déchets dangereux ».



Après la décontamination

- contacter une entreprise spécialisée pour une analyse de l'air.
- rédiger un rapport d'incident et documenter l'intervention.



ATTENTION :

- **ne pas utiliser un aspirateur** domestique ou de conservation pour aspirer le mercure, qui augmenterait le risque de dispersion de vapeur de mercure dans l'air. Les aspirateurs sont en effet équipés de filtre à particules mais pas de filtre gazeux, ce qui induirait un risque important d'exposition humaine. Dans ce cas, l'aspirateur est considéré comme contaminé et il faudrait l'éliminer comme un déchet dangereux.
- **ne pas utiliser un balai** pour le nettoyage, qui risquerait de disperser les gouttelettes en les rendant plus difficile à trouver et à ramasser.
- ne pas déverser le mercure collecté **dans l'évier** ni le jeter dans une poubelle ménagère.

KIT D'URGENCE MERCURE

- EPI
- Sacs en plastique (fermeture à glissière)
- Flacons en polyéthylène haute densité à col large et couvercle étanche
- Compte-goutte oculaire ou seringue
- Pompe à vide portative de laboratoire (onéreux)
- Ruban adhésif entoilé (permet de récupérer de petites gouttes)
- Pince à épiler (pour les bris de verre)
- Fleur de soufre, chaux et cuivre en poudre (disponibles en droguerie)

Décontamination d'un thermomètre, Musée des arts et métiers ►
© Musée des arts et métiers, Cnam / Photo Sylvie Maillard



Que faire des déchets mercuriels ?

Les flacons contenant du mercure liquide et tous les équipements ayant été au contact avec le mercure doivent être confiés à une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets dangereux, selon le **Code de l'Environnement**. Le prestataire garantit le bon retraitement du produit et l'émetteur remplit un **bordereau de suivi des déchets** ([formulaire CERFA 12571](#)). Le collecteur est habilité à transporter des matières dangereuses.

L'entreprise suisse Batrec, filiale du groupe Veolia, est spécialisée dans le traitement de déchets mercuriels, qui sont enfouis en Allemagne après distillation et stabilisation.



Qui contacter pour le traitement du mercure ?

Des professionnels sont formés au traitement du mercure et de ses déchets. Ils sont à solliciter si besoin.

Il est important **d'identifier le type de déchet** à faire collecter avant de prendre contact. S'agit-il de mercure liquide ou d'un élément souillé ?

Notons que les organismes compétents traitent, le plus souvent, des déchets industriels dans un volume conséquent. Le **volume restreint** de déchets potentiels des infrastructures culturelles peut compliquer leur prise en charge. Aussi, le mercure dans les collections patrimoniales peut souvent être amené à être conservé. Il est donc important de le sécuriser et de le surveiller.

Quelques liens utiles

- L'État via l'Ademe propose quelques conseils quant à la gestion du mercure et d'objets contenant du mercure. De plus, un répertoire des déchèteries habilitées à recevoir les produits dangereux est disponible en ligne.

<https://quefairedemesdechets.ademe.fr/dechet/mercure/>

- **France Environnement** référence en ligne 23 entreprises françaises à contacter en cas de déversements de mercure, de possession de déchets contaminés, de besoin de décontamination...

<https://www.franceenvironnement.com/>

- Différentes associations de la **Fédération Atmo France** sont agréées pour la surveillance de la qualité de l'air. Elles peuvent être sollicitées pour des contrôles atmosphériques ou pour confirmer des concentrations particulièrement importantes de vapeur de mercure.

<https://www.atmo-france.org/>

- **Batrec** est une entreprise située en Suisse, spécialisée dans la collecte et le recyclage de mercure en collaboration avec Veolia, multinationale française de gestion des déchets.

www.batrec.ch



Préconisations de manipulation des collections contenant du mercure



POINTS DE VIGILANCE



Poids



Chocs et vibrations



Contact cutané

Avant la manipulation

- Rédiger une **fiche de manipulation** en signalant la présence de mercure et la placer près de l'objet.
- Porter des **EPI** (gants, blouse) et ôter les bijoux en métal.
- Observer **l'état de conservation de l'objet** : vérifier que le contenant du mercure est **étanche** et **hermétiquement fermé**.
Si ce n'est pas le cas : contacter un conservateur-restaurateur pour consolider le contenant et/ou son système de fermeture.
- **Désolidariser les éléments mobiles** pour les manipuler séparément.
▷ exemple : les balanciers à compensation au mercure des pendules.
- **Préparer le parcours**, déterminer le nombre de personnes nécessaires.
▷ 1L de mercure = 13,5 kg

Pendant la manipulation

- Ne pas se toucher le visage avec les gants.
- Porter les petits objets à deux mains, ou pour éviter un contact direct, dans une boîte ou sur un chariot rembourrés.
- **Vérifier l'absence de fuite** pendant le déplacement.

Transport

- Seuls les objets ne présentant pas de risques visibles de fuite de mercure sont transportés.
- Informer les transporteurs de la présence de mercure et du port des EPI.
- **Dans la caisse, renforcer la protection aux chocs** et isoler les objets avec du mercure pour éviter la contamination sur d'autres objets en cas de fuite.



Préconisations pour le stockage et le conditionnement



EN RÉSERVE

- Veiller à maintenir un environnement frais et sec ne dépassant pas **18 °C**, **bien ventilé** et protégé de la lumière naturelle.
- **Regrouper les objets** contenant du mercure dans une même zone afin de les repérer plus facilement et de limiter la contamination sur d'autres typologies d'objets en cas de fuite.
- Éviter de placer les collections contenant du mercure à proximité d'objets en métal.
- Ranger les objets de préférence à **portée de main** et non en hauteur.
- Les objets de grand format sans support (thermomètres, baromètres...) sont rangés à la verticale, **suspendus à une grille**. Les objets au sol sont placés dans **un bac de rétention** avec un adsorbant.
- Organiser **une veille sanitaire annuelle** pour suivre l'évolution de l'état des objets.
- Réaliser le dépoussiérage des objets au mercure **sous une hotte aspirante**.
- Les flacons de récupération du mercure sont placés dans **une armoire sécurisée**, de préférence ventilée, avant leur collecte pour retraitement des déchets dangereux.

Les matériaux résistants au mercure

- le fer
- l'acier inoxydable
- le polyéthylène haute densité
- le polypropylène

Le film polyester (type Mylar[®]) a un effet pare-vapeur et est utilisé pour isoler les objets :

- contenant de l'oxyde mercurique (chapeaux, spécimens naturalisés).
- présentant des fuites de mercure métallique (objets techniques, miroirs).

Conditionnements

- Pour les objets dont le contenant est en verre, réaliser des **écrins en mousse** dans des boîtes en polypropylène afin d'éviter les chocs et pour éviter une manipulation directe.
- Les **herbiers** sont conditionnés dans des boîtes en polypropylène, **à l'abri de la lumière**, celle-ci catalysant l'évaporation des gaz du mercure utilisé comme biocide.
- Un **adsorbant au charbon actif** peut être ajouté dans les conditionnements des herbiers et des petits miroirs et les bacs de rétention pour capter les émanations de mercure.
➤ AddSorb[™] VA 13-LH et AddSorb[™] VQ1, commercialisés par le groupe Jacobi, sont des charbons actifs spécifiques au mercure.



Quelques précautions dans l'atelier de conservation-restauration



Le mercure liquide

Différents objets contiennent des quantités plus ou moins importantes de mercure à l'état liquide. Quelle qu'elle soit, il est nécessaire d'écartier tout risques d'écoulement ou de bris du contenant.

- **Vérifiez et surveillez** l'état des contenants du mercure.
- **Isolez** le mercure de l'objet à traiter, si cela est possible.

Les importantes quantités de mercure liquide contenu par exemple dans les fontaines au mercure complique l'isolation du métal.

- Si possible, là encore, **isolez** le mercure.
- Sélectionnez précautionneusement vos **EPI**.
- Organisez votre temps de travail afin de limiter votre propre exposition au mercure et l'exposition d'autrui.



Dépose d'un interrupteur au mercure
© Leslie Villiaume

Le mercure dans l'atmosphère

Certains composés de mercure sont présents à la surface d'objets et invisible. S'il est avéré que votre objet en est recouvert ou en contient :

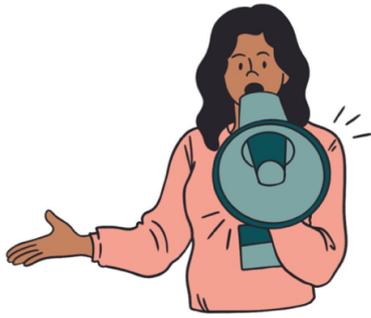
- Essayez de travailler sur les objets à travers des **enceintes** hermétiques dont **l'air sera ensuite filtrée** avant l'ouverture.
- Pensez à bien **ventiler** la pièce.
- **Limitez l'accès** à l'espace de traitement pendant et après.
- De manière générale, les objets au mercure doivent être adéquatement conditionnés et sécurisés lorsqu'ils sont stockés **avant, entre et après** les interventions.
- Enfin, veillez à **nettoyer les espaces** avec des moyens appropriés et spécifiques au mercure si besoin.



Enceinte de traitement d'un spécimen naturalisé
© Marie de Beaulieu

Évitez la contamination de votre environnement par le traitement d'objet au mercure et limitez votre interaction avec celui-ci.

Pensez à consulter un médecin à l'issue de votre intervention même si aucun symptôme ne s'est manifesté et surtout en cas d'une exposition non maîtrisée.



Informer et former le personnel



Informer

- **l'ensemble du personnel**, en contact direct ou indirect avec les collections : personnel de la conservation, conservateurs-restaurateurs, agents techniques et de manutention, agents d'entretien des locaux, agents de surveillance et de sécurité, médiateurs...
- **avec une fiche récapitulative** sur le mercure affichée dans les espaces de travail et indiquant :



- les effets néfastes du mercure sur la santé
- le port des EPI
- les espaces contenant du mercure (réserve, stockage des déchets, exposition...)
- la procédure d'urgence et les contacts à joindre en cas de déversement de mercure.

Former

Il est conseillé au personnel en contact régulier avec les objets contenant du mercure de suivre une formation pour apprendre à gérer et à manipuler les collections toxiques en toute sécurité.

La **formation en interne**, plus facile à mettre en place, a pour but de faire connaître les protocoles de l'institution et de transmettre les bonnes pratiques de manipulation et de prévention.

Les formations spécifiques sur les collections au mercure sont rares : en 2021 **l'Institut national de patrimoine** a proposé une formation continue de deux jours sur les collections toxiques à l'arsenic et au mercure, mais ne l'a pas renouvelée.

Des organismes comme le **Centre national de la formation et des conseils en entreprise (CNFCE)** organisent des formations plus générales sur la manipulation des produits chimiques, qui peuvent concerner les personnels de musées.

À l'issue de ces formations, un **agent référent** doit être nommé.





Suivre la santé du personnel



Article R. 4412-149 du **Code du travail** modifié par le décret n° 2012-746 du 9 mai 2012 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques :

▷ **Valeurs Moyennes d'Exposition (VME)** pour une personne exposée au mercure = **0,02 mg/m³ par jour** (8 h / jour, 40 h / semaine).

Parmi les activités à l'origine de **maladies professionnelles** liées au mercure recensées par l'INRS et le Ministère du Travail figure la fabrication et la **réparation de thermomètres et de baromètres**.



Le médecin de prévention apporte des informations et des conseils pour assurer la bonne santé du personnel dans ses activités. Il est amené à réaliser des visites médicales pour chaque salarié et à effectuer des visites de leur environnement de travail afin de prévenir des risques et accidents. Il est un interlocuteur privilégié pour accompagner la mise en place de protocoles de manipulation du mercure, et assurer un suivi individuel des agents concernés. Cependant, le médecin de prévention n'est pas toujours formé à cette problématique.

Après une exposition au mercure, des examens sanguins et urinaires peuvent être effectués.

Le risque d'exposition au mercure doit être indiqué dans le **Document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP)**. Ce document permet d'évaluer, d'identifier et de classer les risques au travail sur chaque poste, et de proposer des actions de prévention contre ces risques.

Le DUERP est obligatoire dans toutes les entreprises et institutions. Il est mis à jour à la suite de toutes les décisions d'aménagement modifiant les conditions de travail ou impactant la santé et la sécurité des salariés et des agents.

Depuis 2012, un conseiller de prévention doit être désigné parmi les salariés afin d'évaluer les risques au travail, assurer le suivi des accidents et élaborer la politique de prévention (article L4644-1 du Code du travail).



Étude de cas n°1

L'exposition d'une **œuvre d'art contemporain** contenant du mercure :
l'exemple d'*Hydra Piano* de Rebecca Horn,
Centre national des arts plastiques

Rebecca Horn, *Hydra Piano*, 1988, FNAC 89410
© Adagp, Paris Photo Galerie de France



Cette œuvre est constituée d'un caisson en métal contenant un tapis en caoutchouc sur lequel est répandu du mercure. Un plateau de verre ferme la partie supérieure du caisson et isole le mercure, empêchant un contact cutané ou une inhalation de vapeurs toxiques. Un moteur électrique placé dans la partie inférieure du caisson actionne un chariot dont le mouvement de va-et-vient entraîne l'ondulation du mercure.

Dans le cas d'une création artistique, le mercure est un matériau constitutif de l'œuvre qui peut difficilement être supprimé ou remplacé. Rebecca Horn a choisi le mercure pour ses propriétés physiques, seul métal qui reste liquide à température ambiante, afin de créer une sculpture en mouvement, ainsi que pour sa signification allégorique, le mercure symbolisant en alchimie la métamorphose.

Le mercure est retiré du caisson lorsque l'œuvre n'est pas exposée, et réinstallé à chaque prêt. Les 2 litres de mercure sont conditionnés dans 8 flacons de 0,5 litre en polyéthylène à couvercle hermétique qui pèsent 14 kg chacun, transportés dans deux caisses de 42 kg.

Le protocole d'installation de l'œuvre *Hydra Piano*, élaboré en collaboration avec le médecin de prévention et l'inspectrice du travail du Ministère de la Culture ainsi qu'avec l'agent de prévention du Cnap, est décrit sur la fiche de constat d'état de l'œuvre :

- Ouvrir la caisse et installer le caisson à son emplacement.
- S'équiper des EPI : demi-masque à cartouches de type HgP3 4, gants en nitrile, lunette de protection, combinaison jetable, chaussures de sécurité.
- Verser délicatement le mercure au centre du tapis en caoutchouc en évitant les projections du liquide en dehors du caisson.
- Régler le niveau du caisson avec les pieds pour que le mercure soit réparti sur toute la longueur.
- Installer le plateau de verre de 105 kg avec 5 personnes et un guide, en s'aidant de ventouses.

Le protocole décrit également les étapes de la désinstallation du mercure lors du démontage de l'exposition :

- Se vêtir des EPI et ôter le plateau en verre.
- Récupérer le mercure liquide avec un récipient en plastique et le verser dans les flacons en polyéthylène.
- Récupérer les petites billes de mercure avec une feuille de papier, une cuillère en plastique ou du ruban adhésif, à jeter dans un sac plastique hermétique et étiqueter : « Mercure : produit dangereux ».

Les flacons de mercure sont stockés en réserve dans une armoire sécurisée.

Le protocole de manipulation a été validé par le comité social administratif (CSA), et le risque d'exposition au mercure pour le personnel est inscrit dans le DUERP du Cnap.

Étude de cas n°2

La décontamination d'un **objet du patrimoine scientifique et technique** contenant du mercure :
l'exemple d'un optique de phare,
Musée national de la Marine, Paris

Entreprise Henry Lepaute,
Feu à éclats à optique tournant sur bain de mercure, 1893
Inv. 19 PA 48 D
© Atelier Chronos



La découverte d'un déversement de mercure provenant de ce feu à éclats a eu lieu lors d'une opération de nettoyage réalisée par des conservateurs-restaurateurs pendant le chantier des collections. L'objet a été emballé dans un film polyester et a ensuite été traité par un conservateur-restaurateur spécialisé en horlogerie et objets scientifiques (Atelier Chronos), avant son transport dans les réserves.

Du mercure résiduel était encore présent dans le récipient servant au bain de mercure, et s'est propagé sous forme de gouttelettes sur la colonne de soutien de la partie optique, dans le mécanisme horloger et sur le sol du musée. Le mercure s'est également amalgamé aux autres métaux constitutifs de l'objet, détériorant ou fragilisant des pièces en acier et en laiton.

Le feu à éclats a été démonté pour procéder à un traitement curatif comprenant :

- le port des EPI : gants en nitrile, combinaison en Tyvek, masque avec cartouches filtrantes HgP3 4.
- l'aspiration du mercure liquide à l'aide d'une pompe à vide équipée de systèmes de filtration au charbon actif ionisé et de décantation adaptés au mercure.
- l'amalgame des résidus de mercure liquide à l'aide d'éponges en cuivre pur doré par électrolyse.
- le nettoyage final des pièces par ultrasons dans un bain (DTPA) pour éliminer les oxydes de mercure et traiter les oxydations des aciers et laitons.
- l'élimination du mercure amalgamé au bronze par chauffage des pièces en bronze sous une sorbonne filtrante.
- le remplacement des vis en laiton détériorées par le mercure.

70 ml de mercure et de métaux amalgamés ont été extraits de l'objet, pour un poids de 900 g, et ont été stockés dans un fût en fer scellé. Le mercure a ensuite été collecté par une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets toxiques.

Les objets du Musée National de la Marine de Paris contenant du mercure ont été vidés pour la majorité d'entre eux. Les baromètres conservant encore leur mercure sont regroupés au même endroit dans une réserve et sont signalés par une étiquette prévenant de la présence et de la toxicité du mercure.

Étude de cas n°3

Le mercure dans les **collections médicales et pharmaceutiques** :
l'exemple de l'Apothicaierie de
l'Hôtel-Dieu-le-Comte à Troyes

Pots à pharmacie du XVIII^e siècle
contenant du mercure en poudre
© Célestine Ousset



Lors du chantier des collections médicales de l'apothicaierie du XVIII^e siècle de l'Hôtel-Dieu-le-Comte à Troyes, les pots à pharmacie en verre contenant du mercure en poudre, étiquetés « mercure doux » (pour chlorure de mercure) et « rouge de mercure » (pour sulfure de mercure) ont été vidés de leur contenu toxique, qui a été reconditionné dans des flacons en polyéthylène à double couvercles. Ces flacons ont été stockés dans une armoire de produits chimiques.

Le transfert du contenu a été réalisé en extérieur, avec le port d'EPI. Les flacons en verre ont été nettoyés à l'éthanol.

Le port des EPI : l'exemple en images des trois études de cas



Installation d'*Hydra Piano* au
CAPC de Bordeaux en 2020
© Capc Musée d'art contemporain
de Bordeaux



Décontamination du
mécanisme horloger du
Feu à éclats
© Atelier Chronos



Extraction du mercure
en poudre du pot à
pharmacie
© Célestine Ousset

Conclusion

Le mercure est un métal apprécié pour de nombreuses qualités et se retrouve dans les collections patrimoniales. Néanmoins sa toxicité pose de nombreuses questions quant à sa gestion.

Il est alors primordial de reconnaître le mercure dans les collections et chercher à évaluer les risques qu'il représente.

A savoir :

- Le mercure est présent dans des collections et sur des objets bien spécifiques, soit pour ses qualités physiques, chimiques et/ou esthétiques.
- Sa toxicité a été à de nombreuses fois notifiée au cours du temps. Particulièrement à partir du XIX^e siècle son emploi se raréfie comme matériaux à part entière (en dehors de procédés industriels et scientifiques).
- Le mercure est toxique sous toutes ses formes physiques. Ses vapeurs et certains de ces composés (dont le diméthylmercure) sont particulièrement nocifs pour la santé. Aussi l'intensité de l'exposition conditionne cette nocivité.

Une fois les risques identifiés, il s'agit d'adopter les bons gestes et réflexes afin d'allier conservation de l'artefact et préservation de la santé des personnes et de l'environnement alentour.

- Protégez-vous et les autres
- Pensez à sécuriser l'objet
- Signalez la présence de mercure
- En cas d'accident, veillez à appliquer un protocole approprié
- Si besoin, sollicitez des personnes ou entreprises compétentes

Le mercure est toxique. Dans certaines situations, il l'est d'autant plus. Il n'y a pas de protocole de gestion fixe et applicable à tous les objets et situations, seulement de grands principes de sûreté et quelques préconisations. **Aussi, mieux vaut prévenir que guérir ! Soyez vigilants et attentifs.**

Bibliographie

Le mercure dans les collections patrimoniales

ALLARY Marion, MAILLARD Sylvie, « Matériaux dangereux dans les collections. Focus sur l'évolution de la gestion de l'amiante et de la radioactivité au sein des réserves du musée des Arts et Métiers », intervention dans ICOM, *Les réserves de musée. État des lieux et nouveaux défis*, Conférence internationale, Paris Sorbonne Nouvelle, 29-31 octobre 2024.

BEAULIEU Marie de, *Étude et restauration d'un spécimen naturalisé et d'un squelette de lémurien du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Étude et mise en place d'un dispositif de protection contre l'arsenic à l'usage des restaurateurs*, mémoire de diplôme de conservateur-restaurateur du patrimoine, spécialité sculpture, Institut National du Patrimoine, 2010, [en ligne], consulté le 17 novembre 2024 :

<https://mediatheque-numerique.inp.fr/documentation-oeuvres/memoires-diplome-restaurateurs-patrimoine/etude-restauration-dun-specimen-naturalise-dun-squelette-lemuriens-museum-national-dhistoire-naturelle-mnhn-etude-mise-en-place-dun>

BERLI Juliette, « La conservation des herbiers : état des lieux et bonnes pratiques », *La Revue de la BNU*, n°29, 2024, [en ligne], consulté le 13 novembre 2024 :

<http://journals.openedition.org/rbnu/6970>

DANGEON Marion, *Conservation des collections naturalisées traitées aux biocides : étude de la collection Mammifères et Oiseaux du Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel*, mémoire du Bachelor of Arts HES-SO en Conservation Objets archéologiques et ethnographiques, 2014, Haute École Arc Conservation-restauration de Neuchâtel, [en ligne], 2014, consulté le 2 novembre 2024 :

<https://sonar.rero.ch/hesso/documents/313462>

DANGEON Marion, « Contamination des collections naturalisées traitées aux biocides et mesures de conservation préventive. Arsenic, mercure et lindane dans la collection Mammifères et Oiseaux du Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel », *CeROArt*, 2016, mise en ligne le 25 février 2016, consulté le 7 octobre 2024 :

<https://journals.openedition.org/ceroart/4845?lang=fr>

FOURNAL Adeline, *Conservation-restauration d'un surtout de table composite de la Vénétie XVIII^e siècle ; Paris, Musée des Arts Décoratifs). À la recherche d'une démarche éco-responsable*, mémoire de diplôme de conservateur-restaurateur du patrimoine, spécialité art du feu, Institut National du Patrimoine, 2018, [en ligne], consulté le 17 novembre 2024 :

<https://mediatheque-numerique.inp.fr/documentation-oeuvres/memoires-diplome-restaurateurs-patrimoine/conservation-restauration-dun-surtout-table-composite-venetie-xviii-e-siecle-paris-musee-arts-decoratifs-recherche-dune-demarche-eco>

GUILLERME André, « Le mercure dans Paris. Usages et nuisances (1780-1830) », *Histoire urbaine*, n° 18, 2007, p. 77-97, mis en ligne le 1^{er} décembre 2008, consulté le 17 novembre 2024 :

<https://shs.cairn.info/revue-histoire-urbaine-2007-1-page-77?lang=fr&tab=texte-integral>

HADSUND Per, « Tin-mercury mirror: its manufacturing technique and deterioration processes », *Studies in Conservation*, n°1, vol. 38, 1993, p. 3-16.

MATTHEWS DAVID Alison (traduit par RICORDEL Ivan, COUTURIER Myriam), « Techniques toxiques. Chapeaux mercuriels », *La Peulogie*, n° 3, p. 65-103, 2019, mis en ligne le 18 décembre 2019, consulté le 17 novembre 2024 :

<https://shs.hal.science/halshs-02457127v1>

PALMADE-LE DANTEC Nathalie, « Poisons dans les collections : un vaste chantier mais une prise de conscience qui avance et des solutions qui émergent », Ministère de la Culture et de la Communication, *Conserver malgré tout ? limites et défis*, 6^e Journées professionnelles de la conservation restauration, Cité de l'architecture et de du patrimoine, [en ligne], 17 et 18 mars 2016, consulté le 2 novembre 2024 :

<https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/conservation-restauration/Journees-professionnelles/Conserver-malgre-tout-Limites-et-defis-2016>

REHAULT Isabelle, *Un instrument scientifique à vocation ornementale. Conservation-restauration d'un baromètre du Musée des Arts Décoratifs : recherche autour de la brillance en vue de retouches de surfaces dorées brunies*, mémoire de diplôme de conservateur-restaurateur du patrimoine, spécialité mobilier, Institut National du Patrimoine, 2008, [en ligne], consulté le 17 novembre 2024 :

<https://mediatheque-numerique.inp.fr/documentation-oeuvres/memoires-diplome-restaurateurs-patrimoine/instrument-scientifique-vocation-ornementale-conservation-restauration-dun-barometre-musee-arts-decoratifs-recherche-autour-brillance>

SLOCUM Nellie, *Toxins in the Collection: Museum Awareness and Protection*, Museum Studies Thesis, n° 16, 2018, [en ligne], consulté le 4 novembre 2024 :

https://digitalcommons.buffalostate.edu/museumstudies_theses/16/

TARCHNINI Antonin, *Le mercure dans les collections du patrimoine technique et industriel : problématiques de conservation*, Mémoire de fin d'études, filière Conservation-Restauration, orientation Objets scientifiques, techniques et horlogers, Haute École d'Arts appliqués Arc, Neuchâtel, 2006, [en ligne], consulté le 7 octobre 2024 :

<https://sonar.ch/hesso/documents/313431>

Comment identifier le mercure ?

COURTOIS, M. *et al.*, « Quantification du mercure dans des échantillons de l'herbier Tourlet et mesures d'imprégnation des personnels impliqués dans sa restauration », *Acta Botanica Gallica*, n°159 (3), 2012, p. 329–334, mis en ligne le 26 novembre 2012, consulté le 17 novembre 2024 :

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/12538078.2012.735125>

HAWKS Catharine Hawks *et al.*, « An inexpensive method to test for mercury vapor in herbarium cabinets », *Taxon*, n°3, vol. 53, 2004, p. 783-790.

PÉQUIGNOT Amandine, « Évaluation de la toxicité des spécimens naturalisés », *La Lettre de l'OCIM*, 2008, mis en ligne le 1^{er} janvier 2011, consulté le 2 novembre 2024 :

<https://journals.openedition.org/ocim/367>

PFISTER Aude-Laurence, « Mise en évidence et identification de biocides résiduels dans les naturalia », *La Lettre de l'OCIM*, n°123, 2009, mis en ligne le 1^{er} mai 2011, consulté le 14 novembre 2024 :

<http://journals.openedition.org/ocim/236>

L'impact du mercure sur la santé

CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY, « Profils chimiques, Mercure », CCHST, mis à jour le 7 février 2023, consulté le 16 octobre 2024 :

https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/mercury.html

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITE, *Le mercure. Prévention de l'hydrargyrisme*, 2003, [en ligne], consulté le 10 novembre 2024 :

<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20546>

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITE, « Mercure et composés minéraux. Fiche toxicologique n°55 », mis en ligne en septembre 2023, consulté le 16 octobre 2024 :

https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_55

Les actions préventives

BECKER-BURNS Alyssa, GREENING Timothy, *Arsenic, mercury, and lead: inorganic pesticides residues in museum collections*, Royal Saskatchewan Museum, 2016, [en ligne], consulté le 4 novembre 2024 :

https://saskmuseums.org/wp-content/uploads/2023/02/Handling_Guide_-_Final.pdf

DEFENDINI Laurent, « L'impact des collections patrimoniales sur la santé », *La Lettre de l'OCIM*, n° 168, 2016, mis en ligne le 1^{er} novembre 2017, consulté le 13 novembre 2024 :
<http://journals.openedition.org/ocim/1708>

INSTITUT CANADIEN DE CONSERVATION, « Le mercure présent dans les collections », *Notes de l'ICC* 1/7, 2002, mis à jour le 22 février 2019, consulté le 7 octobre 2024 :
<https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/notes-institut-canadien-conservation/mercure-collections-musee.html>

MARCÉ Blandine, « Entre santé publique et éthique patrimoniale : le poison dans les collections », *La Lettre de l'OCIM*, 2018, mis en ligne le 1^{er} mars 2019, consulté le 7 octobre 2024 :
<https://journals.openedition.org/ocim/2033?lang=en>

MINCHIN Sébastien, « De l'analyse à la prévention », *La Lettre de l'OCIM*, n°168, 2016, mis en ligne le 1^{er} novembre 2017, consulté le 12 novembre 2024 :
<http://journals.openedition.org/ocim/1706>

RAE Allyson, *Hazards in museum collections*, Norfolk Museums and Archeology Service, 2012, [en ligne], consulté le 4 novembre 2024 :
<https://collectionstrust.org.uk/wp-content/uploads/2016/11/SHARE-Museums-East-How-To-Guide-to-Hazards-in-Museum-Collections.pdf>

Que faire en cas de déversement de mercure ?

BORDEREAU DE SUIVI DES DÉCHETS : formulaire CERFA 12571, [en ligne], consulté le 12 novembre 2024 :
https://www.formulaires.service-public.fr/gf/cerfa_12571.do

CENTRE DE COLLABORATION NATIONALE EN SANTE ENVIRONNEMENTALE, *Instructions pour nettoyer un déversement mineur de mercure*, Vancouver, 2015, [en ligne], consulté le 12 novembre 2024 :
https://ccse.ca/sites/default/files/Nettoyer_deversement_mineur_mercure_oct_2015.pdf

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, « Mercury Spill Cleanup », 2018, vidéo mise en ligne le 30 avril 2018, consultée le 24 novembre 2024 :
<https://www.youtube.com/watch?v=5swmzop3y8k>

INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE DU QUEBEC, *Guide de déversement de mercure métallique en milieu intérieur*, 2020, [en ligne], consultée le 24 novembre 2024 :
<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2785-deversement-mercure-metallique-interieur.pdf>

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM, *Projet international de gestion de déchets biomédicaux : guide de nettoyage, de stockage provisoire ou intermédiaire et de*

transport de déchets contenant du mercure provenant des établissements de santé, 2010, [en ligne], consulté le 19 novembre 2024 :

<https://greenhealthcarewaste.org/wp-content/uploads/2020/11/Guidance-on-Cleanup-Storage-and-Transport-of-Mercury-Waste-from-Healthcare-Facilities-French.pdf>

Suivre la santé du personnel

CODE DU TRAVAIL, « Quatrième partie : Santé et sécurité au travail », Article L4644-1, version en vigueur depuis le 21 mars 2022, [en ligne], consulté le 25 novembre 2024 :

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043893856#:~:text=%2DL'employeur%20désigne%20un%20ou,conditions%20prévues%20aux%20articles%20L.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE, « Tableau de maladies professionnelles causées par le mercure », 2003, [en ligne], consulté le 25 novembre 2024 :

<https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%202>

JOURNAL OFFICIEL, *Décret n° 2012-746 du 9 mai 2012 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques*, mis en ligne le 10 mai 2012, consulté le 25 novembre 2024 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000025836934>

JOURNAL OFFICIEL, *Loi n° 2021-1018 du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail*, mis en ligne le 3 août 2021, consulté le 25 novembre 2024 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043884445>

Études de cas

BAUER Caroline, « Fiche de constat d'état de l'œuvre *Hydra Piano* », Centre national des arts plastiques, département du Fonds national d'art contemporain, Puteaux, 13 octobre 2020 ; entretien téléphonique le 13 novembre 2024.

OUSSET Célestine : entretien téléphonique sur le chantier des collections médicales de l'apothicairerie de l'Hôtel-Dieu-le-Comte à Troyes le 20 novembre 2024.

VOISOT Marc, *Rapport de restauration du « Feu à éclats à optique tournant sur bain de mercure » de Henry-Lepaute (1893) – Musée national de la Marine*, octobre 2018 ; entretien téléphonique le 12 novembre 2024.

Annexe 1 : Évaluer les risques de contamination toxique

Les questions ci-dessous, non exhaustives, ouvrent des pistes pour orienter la réflexion et l'évaluation des risques du mercure dans une institution patrimoniale :

Estimer la quantité de mercure dans le musée	
Combien d'objets de la collection contiennent du mercure ?	Plus le nombre et le pourcentage d'objets est important, plus le risque est à prendre en compte.
Quel est le pourcentage de ces objets par rapport au nombre total d'objets dans la collection ?	
Quelle est la quantité de mercure pour chaque objet ?	Les objets contenant le plus de mercure seront à surveiller en priorité.

Mesurer le taux de vapeur de mercure dans l'air	
Les collections dégagent-elles des vapeurs de mercure et en quelle quantité ?	Si le taux dépasse la Valeur maximale d'Exposition de 0,02 g/m ³ / jour / personne, les émanations de vapeur de mercure présentent un risque pour la santé du personnel et des visiteurs.
L'analyse de la qualité de l'air du musée peut être réalisée par une association agréée de surveillance de la qualité de l'air : https://www.atmo-france.org	

Étudier l'environnement des objets contenant du mercure	
Quelle est la température moyenne de l'espace où sont conservés les objets ?	Les risques d'évaporation du mercure augmentent avec l'augmentation de la température ambiante.
L'espace est-il ventilé ?	La concentration de vapeur de mercure est diluée dans un air renouvelé.
L'air intérieur est-il renouvelé par un air neuf ? (ventilation naturelle ou mécanique)	L'air pollué par les vapeurs de mercure doit être dirigé vers l'extérieur pour éviter un confinement à l'intérieur d'un espace clos.
Des objets en métaux sont-ils placés à proximité ?	Le mercure s'amalgame avec les autres métaux (à l'exception du fer), qui subissent à son contact des altérations jusqu'à la destruction.

Observer l'état de conservation de chaque objet contenant du mercure	
Quel est le matériau du contenant du mercure ?	Le verre sera plus susceptible de se briser et nécessitera une plus grande vigilance.
Ce matériau est-il sensible aux chocs ?	
Le contenant du mercure est-il étanche ? Présente-t-il des fragilités, des abrasions, des fissures ?	L'étanchéité du contenant et de son système de fermeture diminue les risques de fuites et d'évaporation.

Le système de fermeture du contenant est-il hermétique ?	
Des fuites de mercure sont-elles visibles sur l'objet et/ou à proximité ?	Le sinistre est à traiter : l'action curative succède à la prévention.
L'objet est-il souvent manipulé, transporté, prêté, consulté ?	Les risques de chocs, de contact cutané et d'inhalation de vapeurs croissent lorsque l'objet est souvent manipulé.

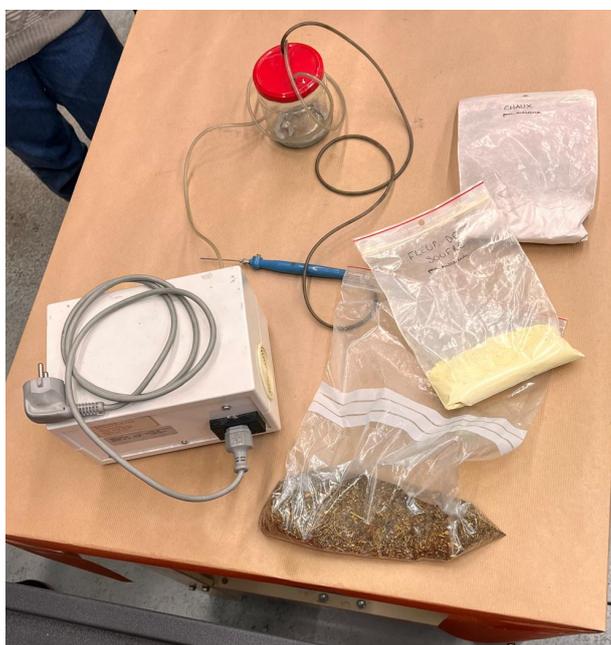
Examiner les conditions de stockage et d'exposition de chaque objet	
L'objet est-il posé ou accroché sur un support stable ?	Les risques de chutes, de chocs et de bris sont à proscrire pour limiter le déversement de mercure.
L'objet est-il conditionné dans un contenant (armoire, tiroir, boîte, vitrine) ?	Le contenant limite l'empoussièrement, notamment pour les collections traitées au mercure (herbiers, spécimens naturalisés, chapeaux).
Une interface sépare-t-elle l'objet d'autres objets à proximité ?	En cas de fuite, le mercure se répand sur les autres objets à proximité lorsqu'il n'y a pas d'interface de protection.
En réserve, l'objet est-il manipulable indirectement grâce à un conditionnement adapté ?	Les risques de chocs et de contact cutané sont plus élevés avec une manipulation directe.
En exposition, une mise à distance empêche-t-elle le contact des visiteurs avec l'objet ?	Même faibles, les risques d'exposition des visiteurs au mercure sont plus élevés sans mise à distance des collections.

Une évaluation permet de quantifier les risques, d'alerter sur les situations de risque imminent et de prioriser les interventions pour les limiter : traitement de décontamination en cas de fuite avérée, contrôle de l'environnement climatique, campagne de reconditionnement, amélioration des soclages...

Annexe 2 : Liste indicative de fournisseurs

Produit	Fournisseur	Lien	Prix indicatif
Identification du mercure dans les collections et dans l'air			
Poudre indicatrice de mercure	Bloom Tech (Chine)	https://fr.bloomtechz.com/chemical-reagent/indicator-reagent/mercury-indicator-powder-cas-7439-97-6.html	Non indiqué
Tube réactif colorimétrique Gastec	Gaz Detect (Seine-et-Marne)	https://www.safetygas.com/pompe-gastec-gv-100-gv-110	400 €
Tube réactif colorimétrique Sensidyne	Sensidyne (Russie)	https://sensidyne.com/product/mercury-vapour-0-1-10-0-mg-m3-gas-detector-tube	90 \$ (85 €)
Badge passif de prélèvement Safe Air	Gaz Detect	https://www.safetygas.com/badge-passif-safeair-badge-chimique-de-prelevement	90 €
Analyseur gaz opto-électronique Dräger	Gaz Detect	https://www.safetygas.com/gaz/detecteur-de-mercure-hg	4 000 €
DéTECTEUR portable de vapeur de mercure Jerome J405	Gaz Detect	https://www.safetygas.com/detecteur-portable-vapeurs-mercure-jerome-j405	Sur devis
	Clean Air (Bouches-du-Rhône)	https://cleanaireurope.com/produit/detecteur-jerome-j405/	Sur devis
Kit d'urgence mercure			
Coffret pour l'absorption du mercure Chemizorb® Mercure	Merck (Allemagne)	https://fr.vwr.com/store/product/804653/null	870 €
Matériel pour créer son propre kit			
Flacon en polyéthylène haute densité à col large et couvercle étanche	Fisher Scientific (Bas-Rhin)	https://www.fishersci.fr/shop/products/fisherbrand-leakproof-hdpe-wide-mouth-bottles-6/10062439	30 € les 12
Compte-goutte	Aroma Zone	https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/flacon-compte-goutte-en-verre-ambre-30ml-aroma-zone	2 €
Fleur de soufre	Droguiste	https://www.mon-droguiste.com/soufre-triture.html	9 € le kg

Chaux	Droguiste	https://www.mon-droguiste.com/carbonate-calcium-mikhart-0-35.html	3 € le kg
Cuivre en poudre	Droguiste	https://www.mon-droguiste.com/cuivre-poudre.html	93 € le kg
Aspirateur récupérateur de mercure (pour hôpitaux)	Tiger Vac (Italie)	https://www.tiger-vac.fr/product.aspx?itID=296&cID=49&scID=177	Non indiqué
Pompe à vide pour laboratoire	Servilab (Sarthe)	https://www.servilab.fr/catalogue/produits/pompe-a-vide-a-membrane-laboport-r-knf-r-pour-gaz-#description-tab-content	400 €
Conditionnement			
Charbon actif spécifique au mercure : AddSorb™ VA13-LH et AddSorb™ VQ1	Jacobi (filiale à Paris)	https://www.jacobi.net/fr/traitements-de-lair-et-des-gaz/purifications-des-gaz-elimination-du-mercure/	Non indiqué



Le kit de récupération du mercure du Musée des arts et métiers : une pompe à vide, deux cathéters, un flacon en verre, un sachet de fleur de soufre, un sachet de chaux, un sachet de limaille. © Musée des arts et métiers, Cnam / Photo Saïra Munir Qureshi