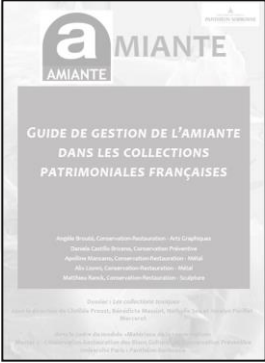


Dossier universitaire

« Chaîne de conditionnement de collections toxiques »



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



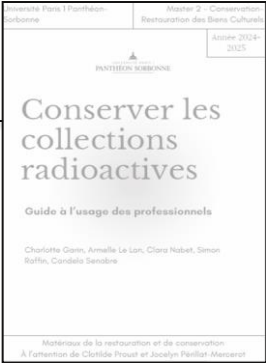
BATISTA Manon, BONNEMASOU-CARRÈRE Claire, DELAHAYE Cassandra, PITTION Julie, REINE Aude, « Les collections de Formaldéhyde - Étude du formaldéhyde dans les collections », *Dossier universitaire Chaîne de conditionnement de collections toxiques*, dir. Clotilde Proust, dir. Jocelyn Périllat-Mercerot, Université 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 : Marc AMMERICH, Thierry AUBRY, Marjolaine BACOT, Caroline BAUER, Thomas BEAUFILS, Hugo BORDET, Juliette BOUZOU, Arnaud BRUNIQUEL, Lise BRET, Anne CHAILLOU, Émilie CHECHROUN, Françoise COLLANGES, Jacques CUISIN, El-Bachir DIANE, Jane ECHINARD, Vincent GUERRE, Benoît JENN, Adrien KLAPISZ, Sandra LEBOUCHER, 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.

Aude Reine
Julie Pittion
Manon Batista
Claire Bonnemassou-Carrère
Cassandra Delahaye

Conservation préventive : Les collections toxiques

Les collections en Formaldéhyde

Etude du formaldéhyde dans les collections



Collections pédagogiques du Lycée Chateaubriand -
ensemble de reptiles et amphibiens © Région Bretagne

Sommaire

Identification des collections à risques.....	1
Risques et réglementations.....	3
Aménagement, EPI et manipulations.....	5
Chaîne opératoire.....	8
Étude de cas.....	16
Bibliographie.....	20
Annexes	

Le formaldéhyde

Identification des collections à risques

Risques et réglementation

Aménagement, EPI et manipulation

Chaîne opératoire

Etude de cas

Le formaldéhyde est un gaz volatile à température ambiante.

Il est présent dans diverses collections : en textile, utilisé dans des traitements de conservation, aux archives, où les matériaux organiques peuvent être traités avec du formaldéhyde, ou encore dans les œuvres contemporaines et dans certains plastiques thermodurcissables.

Mais, c'est dans les collections en fluide que le formaldéhyde est le plus présent. Ce sont des collections considérées comme toxiques, qui impliquent une réglementation encadrant leur conservation et leur manipulation.

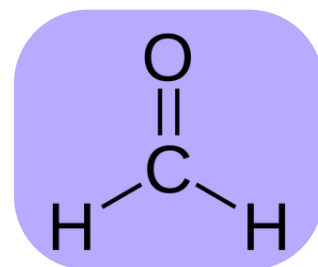
Identification des collections à risques

Le formaldéhyde dans les collections en fluide

Lorsqu'il est dissout dans une solution aqueuse, on l'appelle **formol**. Celui-ci contient 1/10 de formaldéhyde à 37% (donc de solution à base de formaldéhyde) pour 9/10 d'eau. Il est communément appelé "formol à 10%" bien qu'il contienne seulement 3,7% de formaldéhyde pur.

Après l'ajout de 10 à 15% de méthanol pour stabiliser le mélange, cette solution est utilisée pour la fixation des spécimens.

➡ C'est le mélange **le plus rencontré dans les collections en fluide** car il constitue aujourd'hui la seule véritable solution pour la fixation des spécimens. Cependant, en réserve ou en salle d'exposition, les collections ne sont pas les seules sources de formaldéhyde. [Annexe n°2]



Le formaldéhyde en résine et dans les matériaux

Dans les matériaux : Le formaldéhyde est utilisé dans la fabrication de résines pour divers produits comme **le bois** (vitrines, supports, contreplaqué, MDF, et l'aggloméré), **la peinture, les adhésifs, le cuir, les produits textiles ou encore les plastiques**.

Types de résines :

- Urée-formaldéhyde (Uréform©)
- Mélamine-formaldéhyde (Formica©)
- Phénol-formaldéhyde (bakélite©)



Risques : Ces matériaux émettent du formaldéhyde dans l'air, qui peut **endommager les matériaux** sensibles des collections (papiers, métaux,..) mais également être un **danger pour l'homme**.

Émissions de formaldéhyde dans l'environnement

- **Source interne** : peinture, revêtement, matériaux de construction.
- **Source externe** : pollution urbaine, industrielle, par combustion (incendies, chauffage au bois et au charbon, circulation, tabagisme)

Formation par **ozonolyse** : Le formaldéhyde peut se former par réaction de l'ozone avec certains matériaux (PVC, plâtre, papier peints, etc...) [Annexe n°2].

Utilisation du formaldéhyde comme biocide

Utilisé pour tuer ou inhiber les micro-organismes nuisibles.

Applications spécifiques :

- Désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux
- Produits d'hygiène vétérinaire
- Fluides utilisés pour l'embaumement et la taxidermie

Détection et prévention de Formaldéhyde

➡ Méthodes d'analyses

Pour détecter la présence de formaldéhyde dans un échantillon, plusieurs méthodes d'analyse chimique peuvent être utilisées :



- **Chromatographie en phase gazeuse** (GC) : Le formaldéhyde peut être isolé et identifié par son temps de rétention.
- **Spectrométrie Infrarouge** : Le formaldéhyde a des bandes d'absorption caractéristiques dans l'infrarouge
- **Test colorimétrique** : certains réactifs chimiques changent de couleur en présence de formaldéhyde (exemple : le réactif de Schiff produit une couleur rose/violet en sa présence)
- **Méthode de prélèvement d'air** : Des échantillonneurs de gaz ou des tubes de prélèvement peuvent être utilisés pour capturer les vapeurs de formaldéhyde, qui sont ensuite analysées par GC ou autres techniques.

➡ Absorbants de polluants

- **Purafil**®, un composé de charbon actif, d'Alumine activé et de permanganate de potassium. Indicateur coloré pour renouvellement.
- Granulés sol-gel Pure Tech : matériaux synthétiques conçus pour absorber le formaldéhyde.
- De nouveaux filtres, commercialisés par SquairTech, à base de **nanoparticules de MOFs** (Metal Organic frameworks) seraient en mesure de capturer les particules de formaldéhyde quel que soit le taux d'HR. (En cours d'étude mais prometteur pour les composés organiques comme le formaldéhyde).

Pare-vapeur : un film ou matériau protecteur placé autour du mobilier (ex : vitrine en bois) permet de limiter l'émission de formaldéhyde.

Risques et réglementation

Les travaux exposant au formaldéhyde (numéro CAS 50-00-0) sont considérés comme **cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR)** selon l'arrêté du 26 octobre 2020 fixant la liste des substances, mélanges et procédés cancérogènes au sens du code du travail (article R.4412-60 du code du travail).

Le formaldéhyde est classé mutagène (catégorie 2), toxique aigu (catégorie 3), corrosif cutané (catégorie 1B), sensibilisant cutané (catégorie 1) et est suspecté d'être cancérogène (catégorie 1B)



=> Allergies, eczémas, ulcérations, cancers nasopharyngés

Mentions de danger et conseils de prudence

D'après le règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2020 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges

Mentions appliquées au formaldéhyde:

- **Mentions de danger** : H302, H314, H317, H330, H341, H350, EUH071
- **Conseils de prudence**: P260; P280; P301 et P310; P303, P361 et P353; P305, P351 et P338; P403 et P233

Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)

	ppm	(mg/m ³)
VLEP	0,3	0,37
VLCT	0,6	0,74

Taux selon le décret n°2021-1849 qui modifie l'article R.4412-149 du Code du travail suivant la directive européenne (UE)2019/983

Calculables :

- Pour une exposition de 8 heures = la valeur limite d'exposition sur 8 heures (VLEP 8h)
- Pour une exposition sur 15 minutes = la valeur limite court terme (VLCT)

À titre indicatif, le seuil de perception olfactive est compris entre 0,5ppm et 0,83ppm selon une étude de l'INERIS.

Émissions de formaldéhyde dans l'environnement

Formaldéhyde : **substance biocide active**

- Annexe II du règlement (CE) n° 1451/2007 et l'annexe I du règlement délégué (UE) n°1062/2014

Soumission à une **autorisation de mise sur le marché**

- Article L.522-1 et suivants du Code de l'environnement
- Annexes I et II du règlement pour les usages TP2, TP3, et TP22 (fluides utilisés pour l'embaumement et la taxidermie)

Réglementation des risques associés

Risques relatifs aux **incendies, d'explosions et évacuation** :

- articles R4227-1 à R4227-57 du Code du Travail ,
- articles R557-1-1 à R557-5-5 et R557-7-1 à R557-7-9 du Code de l'environnement relatifs aux produits et équipements à risques

Inflammabilité :

Au-delà de son point clair (50°C pour une solution aqueuse à 37% d'aldéhyde formique stabilisée par 15% de méthanol)

Explosivité :

Sous forme de gaz, peut former des mélanges explosifs avec l'air lorsqu'il est présent à une concentration volumique comprise entre 7% et 73%

Réglementation des locaux

Aération et assainissement des locaux : articles R4222-1 à R4222-26 du Code du Travail

-> règles de ventilation, filtrage, recyclage de l'air, EPI...

Classement du bâtiment comme **installation classée pour la protection de l'environnement** (ICPE)

Article 4 du décret n°2014-285 du 3 mars 2014

Selon la quantité de susceptible d'être présente dans l'installation

Quantité de formaldéhyde (concentration >90%)	Régime
≥ 5 t	A de rayon 3
[100 kg - 5 t [	DC

Organismes compétents

- Un préventeur des risques sera en mesure d'accompagner les professionnels du patrimoine dans la définition et la mise en place des mesures de prévention et de protection.
- En cas d'urgence sur personne, il convient de contacter un **centre anti-poison**
- Pour le traitement et l'évacuation des déchets, se rapprocher des **compagnies de traitement spécialisées** :
 - SARP Industries (filiale de Veolia, spécialisée dans le traitement et la valorisation des déchets spéciaux)
 - Clikeco
 - Service chimie
 - Triadis Services
- Il n'existe aujourd'hui pas de formation dédiée à la gestion du formaldéhyde



Aménagement du lieu de travail

Dans l'objectif d'obtenir un cadre de travail sain pour le personnel muséal, former et aviser des problématiques liées aux collections de formaldéhyde sont les points principaux de vigilance.

- Les objectifs principaux :

L'aménagement d'un espace de travail dédié à la conservation des collections en formol dans les réserves muséales doit garantir la sécurité des travailleurs, la protection de l'environnement et la préservation des collections.

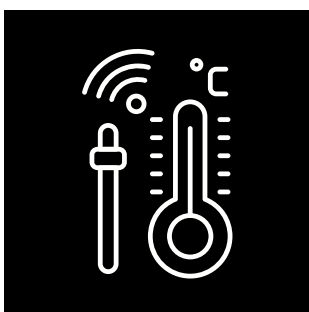
- Ventilation et système de filtration :

Les installations doivent intégrer des systèmes de ventilation performants pour réduire l'exposition aux émanations de formaldéhyde. Pour une gestion globale de la ventilation de l'espace de travail, il existe des systèmes de ventilation avec filtre HEPA et charbon actif, avec pour certains une proposition de contrôle numérique. À échelle localisée, il est possible de trouver sur le marché des hottes filtrantes portables type Purair Basic Ductless Hood produit par Air Science, qui permettent une installation rapide dans divers espaces. Des modèles plus statiques existent comme des hottes locales filtrantes avec filtre au charbon actif type Captair Smart 321 produit par Erlab.

- Gestion des risques environnementaux :

Des dispositifs de collecte des déchets chimiques doivent être mis en place. Mise en place d'un protocole de désinfection des objets et équipements usagés avant d'être jetés. Regroupement des déchets dans un endroit clos avec CTA avec port des EPI obligatoire. Instauration d'un système de collecte d'après un planning.

Des détecteurs de formaldéhyde sont essentiels pour surveiller la concentration des vapeurs dans l'air. Le marché propose des détecteurs portatifs d'affichage numérique et signale d'alerte réglable type Airsafe FH-100 produit par AlphaSense Technologies.



- Conservation des collections

Pour protéger les collections elles-mêmes, l'espace doit offrir des conditions de température et d'humidité relative stables, être isolé du reste des espaces, notamment avec une porte coupe-feu, ainsi qu'une CTA adaptée et en fonctionnement continu. Un contrôle rigoureux de ces paramètres garantit la stabilité des solutions de conservation et réduit le risque de dégradation prématurée des spécimens en formol.

- Signalétique et sensibilisation

Une signalétique claire et adaptée informe sur les risques et les comportements appropriés. La sensibilisation du personnel réduit les risques d'accidents. Il est envisageable de réaliser des fiches réflexes rappelant les consignes d'équipement et les réglementations de l'utilisation des espaces qui doivent se trouver rapidement, au sein d'un classeur dédié. Une fiche récapitulative doit être réalisée dans un vocabulaire et registre inclusifs et être affichée des deux côtés de la porte d'accès principale et au besoin, à l'opposé de la pièce concernée pour couvrir le champ visuel le plus exhaustif.

Avant intervention, il est nécessaire d'intégrer les risques liés à la présence de formaldéhyde dans le Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels (DUERP) et le Plan de Prévention.

Selon le Code du Travail art. R4311-8, les EPI doivent être **fournis par l'employeur**. Ils permettent de limiter les risques d'exposition aux vapeurs de formaldéhyde et aux projections de solutions de conservation, protégeant ainsi la santé des travailleurs. Chaque catégorie d'EPI remplit un rôle spécifique et doit être sélectionnée en fonction des **normes de sécurité pour prévenir des risques d'irritation respiratoire, allergique et cancérigène**. Ils font partie intégrante de la chaîne opératoire.

Un temps doit être dédié à la mise en place des EPI, à la préparation du lieu de travail avant intervention, ainsi qu'après intervention avec **le nettoyage des surfaces, le tri des déchets chimiques et leur dépôt au sein des espaces dédiés**.

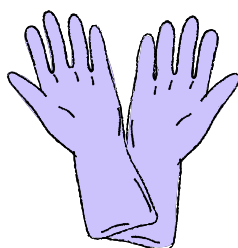


- Les protections respiratoires

Le port de **masques à cartouche** filtrante est indispensable pour protéger les voies respiratoires des vapeurs toxiques. Cependant, certains types de masque ne sont pas adaptés au port de lunettes et de barbes. Pour un travail avec des vapeurs toxiques telles que le formaldéhyde, privilégier un masque complet, un appareil à respiration assistée que l'on peut trouver chez le fabricant 3M. Kit de ventilation assistée TR-619, avec cartouches à filtre (solvant), filtres des kits de ventilation assistée et cagoules adaptés.

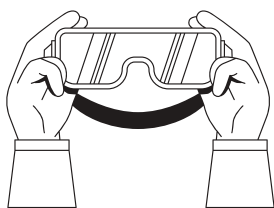
INRS, dossier Formaldéhyde : « Dans les cas où un appareil de protection respiratoire est préconisé, un masque complet muni de filtres AB2P3 est conseillé. Si la durée d'intervention dépasse une heure, les appareils à ventilation assistée doivent être privilégiés, par exemple une cagoule TH2 AB2P ou un masque complet TM1 AB2P ou TM2 AB2P. En cas de déversement accidentel ou de travail en espace confiné, il y a lieu d'utiliser un appareil de protection respiratoire isolant ».

- Protection des mains



Pour la protection des mains, les gants épais en caoutchouc butyle, en caoutchouc nitrile, en polymère fluoré ou en matériaux multicouches offrent une bonne résistance au formaldéhyde. Il est nécessaire d'utiliser des **gants de manutentions de 60 cm protégeant les mains et les bras** (normes EN 388:2016 4 – 1 – 3 – 1 - X, EN420:2003+A1:2009 5, EN ISO 374-1:2016, EN ISO 374-5:2016) . Le port de gants fins à usage unique peut être toléré pour les opérations exigeant de la dextérité. Ils doivent être vérifiés régulièrement afin d'éviter les déchirures. Ils doivent être changés à la moindre altération (coupures, désagrégation). Attention, cependant, ces gants peuvent devenir glissants en cas de contact avec le produit.

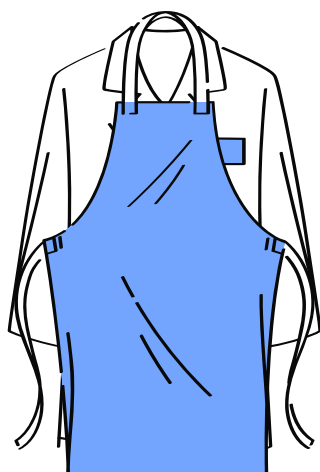
EPI



- Protection des yeux

Les **lunettes de sécurité antiéclaboussures** offrent une protection efficace contre les projections de formol. Ces modèles doivent être anti-buée et anti-rayures pour plus de confort.

On trouve également des sur lunettes de protection chez le fabricant et distributeur Würth par exemple.



- Protection corporelle

Un **tablier imperméable en polyuréthane (lavable et réutilisable)**, (normes 89/686/CEE et EN 467), à **placer par-dessus sa blouse est essentiel pour couvrir** le corps pour protéger des éclaboussures. Ces vêtements doivent être résistants aux produits chimiques. Le type de protection s'adapte au risque d'exposition au formaldéhyde liquide : type 3 pour un contact direct (jet), type 4 pour les contacts (pulvérisé) ou type 6 pour les éclaboussures. Dans un souci d'écodurabilité, il est conseillé d'utiliser des blouses en coton, lavables et réutilisables. Ces blouses doivent être portées fermées, au-dessus d'un pantalon de travail. Un protocole de lavage doit être mis en place pour assurer la non-contamination et le stockage en zone non sécurisée.

- Protection capillaire

Pour limiter les contaminations directes, une cagoule en polyuréthane est essentielle.

- Protection des pieds

Les **chaussures de sécurité fermées et montantes ou bottes de sécurité**, résistantes aux produits chimiques et antidérapantes, sont nécessaires pour éviter les accidents.



Manipulation

- La séparation des espaces et entretien

En préparation d'une intervention, il faut prévoir une **communication entre les services** afin d'éviter toutes les interventions techniques, de ménage ou d'intégrer une éventuelle coactivité dans un espace.

Le **lieu de travail doit être strictement séparé des espaces communs**. Les surfaces doivent être conçues avec des **matériaux lisses et non poreux pour faciliter le nettoyage**. Les lingettes humides et feuilles d'hyperabsorbant sont recommandées pour nettoyer les surfaces.

- Geste à adopter : avant et après intervention

Avant : Vérification des équipements de protection collective, que les hottes et les systèmes de ventilation fonctionnent correctement et que leur maintenance a été faite. S'équiper des EPI complets. Préparer un espace dégagé avec uniquement le matériel nécessaire.

Après : Nettoyer et désinfecter les outils et surfaces utilisés. Éliminer les déchets dans des poubelles spécifiques pour les produits toxiques. Retirer les EPI avec précaution pour éviter toute contamination.

- Gestes à éviter

Éviter les situations de travailleurs isolés (isolement sonore avec les EPI et les systèmes de ventilation en marche)

Ne **pas toucher son visage** ou ses cheveux lors des manipulations

Ne pas toucher son téléphone

Ne **pas manger, boire, fumer ou vapoter** dans les zones de travail

Ne **pas manipuler d'autres objets sans retirer ses gants**

Ne **pas ramener ses EPI** dans son **lieu de vie**

Ne pas porter d'objet personnel (bague, collier...)

Ne pas avoir les cheveux attachés

Le **badge d'accès doit être dans une poche** et non au tour du cou



- Manipulation des collections

Les **contenants doivent être ouverts sous une hotte ou un bras aspirant** pour minimiser l'exposition. Utiliser des outils adaptés et éviter tout contact direct avec le formaldéhyde.

- Gestion des produits chimiques

Une **signalétique claire** et un **étiquetage précis** doivent indiquer **le contenu, le taux de concentration et la date de manipulation**.

- Formation et vigilance

Le personnel doit être **formé et sensibilisé** aux risques liés au formaldéhyde. Il doit être accompagné par sa hiérarchie.

Les consignes de sécurité doivent inclure des protocoles spécifiques et des procédures d'urgence (déversements, contacts accidentels).

Le personnel doit être formé à la **gestion des risques**, notamment en **cas d'incendie, et connaître les procédures d'urgence** en cas de déversement ou de contact accidentel avec le formaldéhyde (rinçage immédiat à l'eau, alerte des responsables, augmentation de la ventilation, etc.).

Attention, ces préconisations sont également à adopter pour les produits de remplacements qui restent des produits toxiques à manipuler avec vigilance.





Collections à risques, les spécimens en fluide

➔ Qu'est-ce que l'objet "spécimen en fluide" ?

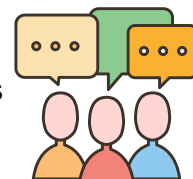


1. **Spécimen** : fixé avec un liquide de fixation
2. **Liquide de conservation** : Permet la conservation sur le long terme et empêche toute attaque microbienne ou réaction physico-chimique sur le spécimen
3. **Contenant** : en verre, appréciation visuelle du spécimen, insensible au liquide de conservation
4. **Lutage** : joint étanche
5. **Couvercle** : fermeture du contenant, parfois amovible selon la destination de la collection (études, réserves, exposition)
6. **Identifiants** : étiquettes internes ou externes au contenant donnant les informations sur le spécimen

Les fluides, **fixateurs et de conservation**, contiennent potentiellement du **formaldéhyde** et constituent un danger lors des manipulations des collections en fluides.

Questions à se poser en amont de toute intervention :

- Est-ce que nous constatons des problématiques de conservation sur ces collections ?
- Est-il nécessaire de réaliser une ou plusieurs interventions sur les collections ?
- Former une équipe constituée d'un restaurateur conservateur spécialisé dans la gestion des collections en fluide ainsi qu'un préventeur pour permettre la mise en place du protocole de suivi et de gestion des risques.



Si oui, il faut en amont de toute intervention :

- S'informer sur les risques et les précautions d'emploi des collections contenant du formaldéhyde
- Prévoir un espace de traitement dédié aux interventions
- Prévoir les EPI nécessaires pour les interventions
- Prévoir le matériel nécessaire aux interventions
- Prélever un échantillon du fluide avant intervention afin d'analyser sa composition

Chaîne opératoire

- Étape n°1 - manipulation des collections en fluide
- Étape n°2 - constat d'état
- Étape n°3 - liquide de conservation, compléter ou remplacer ?
- Étape n°4 - ouverture du contenant
- Étape n°5 - nettoyage du contenant
- Étape n°6 - cas d'un remplacement du liquide de conservation
- Étape n°7 - scellement du contenant

Étape n°1 - manipulation des collections en fluide



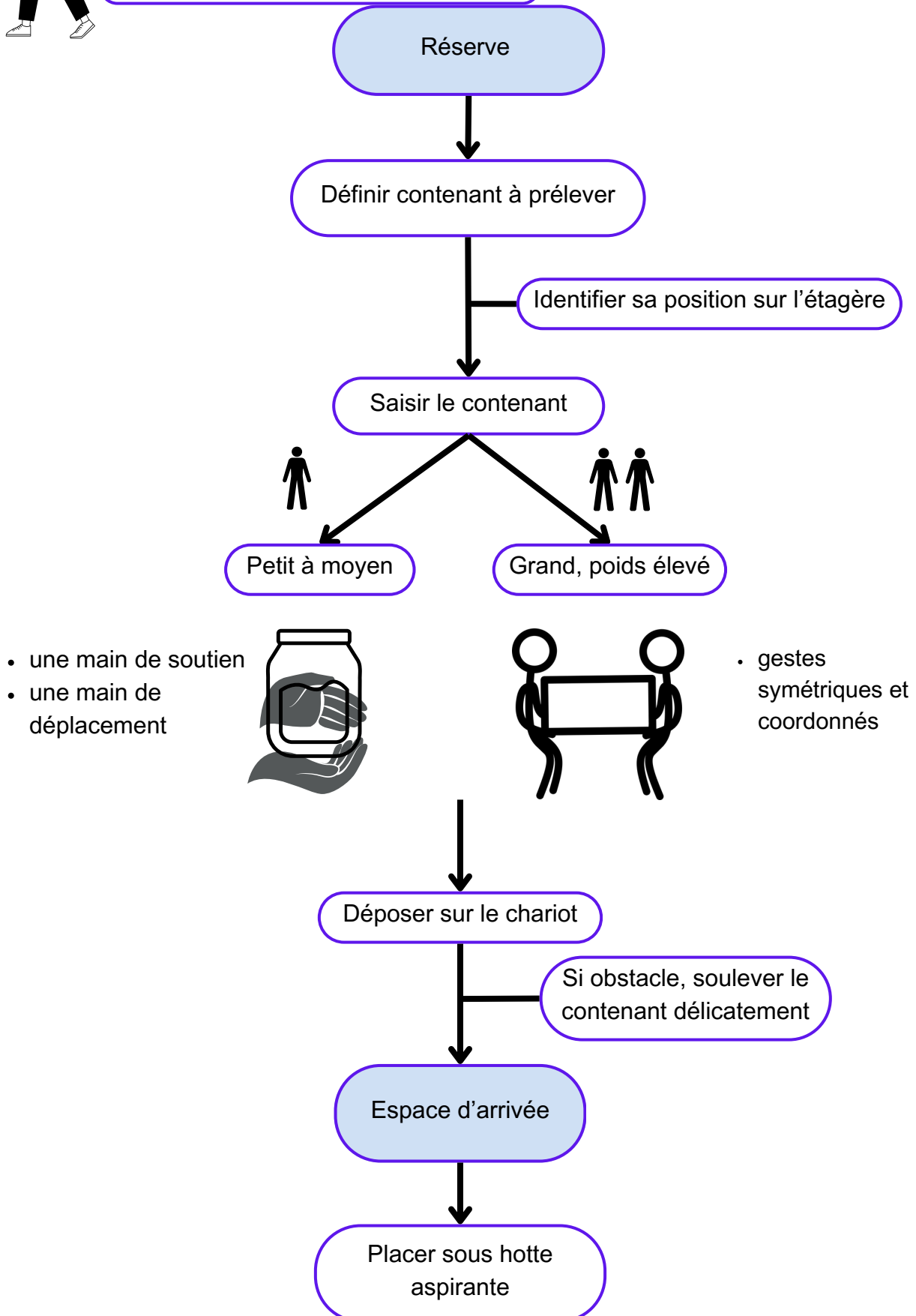
Les impératifs :

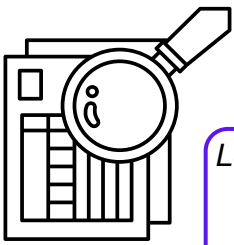
- en fonction de la taille du spécimen : besoin de deux personnes ou de chariot
- manipulation d'un contenant à la fois

Le matériel :

- EPI
- Kit anti déversement
- chariot

Chaîne opératoire





Étape n°2 - constat d'état

Les impératifs :

- un opérateur équipé
- manipulation d'un contenant à la fois
- sous hotte aspirante

Le matériel :

- spécimen étanche : gants adapté, blouse en coton
- Si le spécimen n'est pas étanche : masque AB2P3 ou masque à respiration assistée, lunettes, gants adaptés, tablier imperméable par-dessus une blouse en coton, chaussure de sécurité

Premières observation visuelles

Liquide de conservation

- transparence
- netteté
- coloration
- évaporation

définit l'état du

Spécimen

- immersion
- hydratation
- lisibilité

dédution

Lutage/couvercle

- étanchéité

Exemples de cas fréquents - premiers réflexes

Cas n°1 :

Liquide de conservation partiellement évaporé → spécimen partiellement immergé → lutage/couvercle non hermétique



- danger pour le spécimen = déshydratation
- danger pour l'Homme = émanations de vapeurs potentiellement toxiques dans l'espace de stockage

Prévoir :

- évaluation du taux de formaldéhyde dans l'air dans les réserves
- intervention invasive (ajout/remplacement du liquide de conservation), changer le lutage/couvercle

Cas n°2 :

Liquide de conservation coloré et trouble → spécimen illisible → lutage/couvercle hermétique



Selon la préparation et le type de spécimen (il peut parfois être préférable de garder la solution d'origine) :

- danger pour le spécimen = perte d'informations

Prévoir :

- intervention invasive (ajout/remplacement du liquide de conservation)

Cas n°3 :

Liquide de conservation totalement évaporé → spécimen non immergé déshydraté → lutage/couvercle non hermétique



- danger pour le spécimen = déshydratation totale
- danger pour l'Homme = émanations de vapeurs potentiellement toxiques dans l'espace de stockage

Prévoir :

- évaluation du taux de formaldéhyde dans l'air dans les réserves
- intervention invasive du spécimen (extraction, possibilité de conservation à sec)



Étape n°3 - Liquide de conservation, compléter ou remplacer ?

➡ **Identifier la solution de conservation d'origine (après ouverture cf. Étape n°4)**

Méthode d'identification rapide et directe - réactif de Schiff (A manipuler avec précaution car considéré comme présentant une toxicité aigüe)

Le matériel :

- EPI
- tubes à essais avec bouchons
- 2 pipettes
- tubes à essai témoin (eau et éthanol)
- réactif de Schiff

1- Prélever le liquide de conservation du spécimen et ajouter le dans un tube à essai

2- Ajouter une ou deux gouttes de réactif dans le liquide

Coloration violette intense : présence d'aldéhydes

Remarque : une coloration claire, bi-phase peut apparaître dans une solution contenant de l'alcool distinguable d'une réelle coloration franche.



Discussion

Test positif : considérer que le liquide de conservation contient une concentration inconnue de formaldéhyde

Test négatif : pas de détection d'aldéhydes dans le liquide de conservation mais prendre les précautions nécessaire pour la santé et la sécurité de l'opérateur

➡ **Mesure de pH**

Méthode de mesure rapide et directe - papier pH ou pHmètre

Connaître le pH du liquide conservateur permet de connaître le milieu d'origine du spécimen et éviter toute perturbation de l'équilibre par ajout ou remplacement du liquide de conservation. Adapter le pH du liquide nouvellement introduit en fonction de la valeur donnée.

Compléter

- ✓ intégrité de l'objet préservée
- ✓ pas de perte d'informations (ADN)
- ✗ manipulations à risques de produits potentiellement dangereux
- ✗ stockage de produits dangereux dans les locaux

VS

Remplacer

- ✓ moins de risques lors des manipulations
- ✓ moins de risques d'émanations toxiques les locaux
- ✗ potentielles pertes d'informations (ADN)
- ✗ potentielles interactions non désirées avec le spécimen

Décision

Compléter : prendre les mesures nécessaires si le test est positif ⚠

Remplacer

Choix du liquide de remplacement ? - discussion

Éthanol à 70% dans l'eau déminéralisée (le plus couramment utilisé)

Destination du liquide d'origine ? - discussion

- conservé à part dans un contenant hermétique
- jeté dans un bidon spécifique ayant des indications sur son contenu



La traçabilité de chaque intervention est très importante

Étape n°4 - Ouverture du contenant

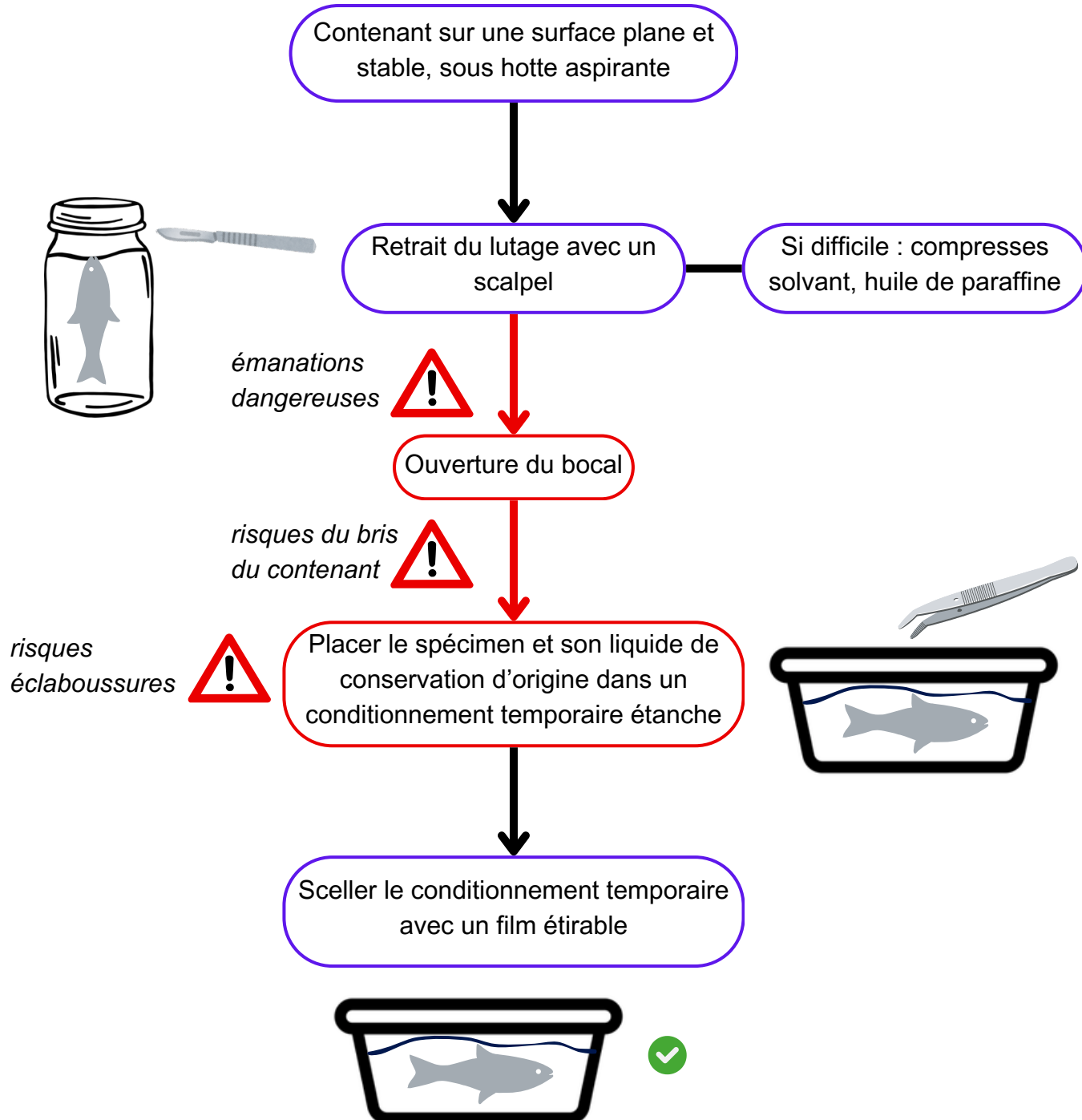
Matériel :

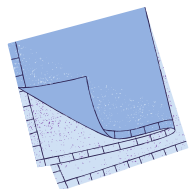
- protection collective
- protection individuelle
- scalpel
- spatule
- pinces (plusieurs tailles)
- contenants neutres hermétiques (PVC, polypropylène type Tupperware® ou verre)
- film étirable
- huile de paraffine
- éponges
- chiffons (tissus et papier)
- kit anti déversement

Les impératifs :

- un opérateur formé
- précautions de manipulations

Chaîne opératoire





Étape n°5 - Nettoyage du contenant

Matériel :

- protection collective
- protection individuelle
- eau déminéralisée
- solvants (éthanol, acétone)
- tensio-actif
- bâtonnets
- coton
- chiffon
- résine acrylique

Les impératifs :

- un opérateur formé
- précautions de manipulations



risque
contact cutané

Protection des étiquettes
extérieures

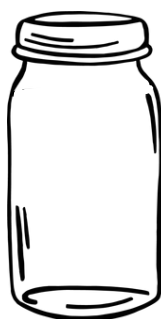
résine acrylique
ex: Paraloid® B72

Nettoyage intérieur du contenant
avec un tensio-actif à 2% dans de
l'eau déminéralisée

tensio-actif adapté pour le
verre : Decon® 90

Nettoyage extérieur du contenant :
dépoussiérage à sec au chiffon et bâtonnet de
coton avec mélange de solvants

mélange eau et d'éthanol
50/50 vol.



Étape n°6 - Cas d'un remplacement d'un liquide de conservation

Protocole par Simon Moore - remplacement de fluide par bains de rinçage

BUT : éliminer le liquide de conservation d'origine, sans perturber l'équilibre du spécimen avec son milieu et éviter le choc osmotique (gonflement/rétractation)

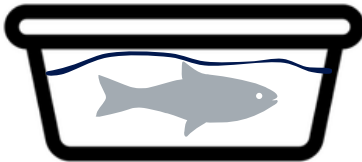
Les impératifs :

- un opérateur formé
- précautions de manipulations

Matériel :

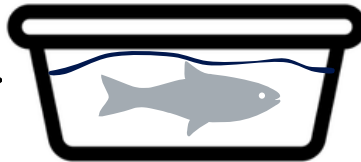
- protections collectives
- protections individuelles
- pinces
- eau déminéralisée
- liquide de remplacement choisi dilué à 4 concentrations différentes dans eau déminéralisée (cf. Étape n°3 - choix du liquide de remplacement)
- 5 bacs neutres hermétiques (PVC, polypropylène type Tupperware®, verre)
- film étirable
- papier
- feutre
- kit anti déversement

100%



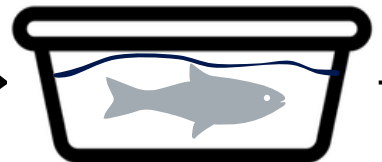
eau déminéralisée

20%/80%

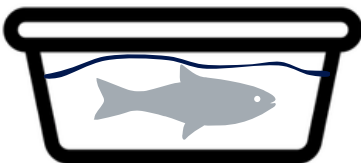


liquide remplacement + eau déminéralisée

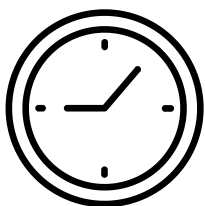
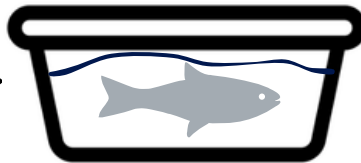
40%/60%



60%/40%



70%/30%



- 24h/bain
- vérification matin et soir



Information sur chaque bain :

- concentration de la solution
- date, heure de l'immersion
- n° d'inventaire spécimen



Étape n°7 - scellement d'un contenant

Discussion

Le contenant et son mode de scellement dépend de la **destination** du spécimen :

- mise à disposition pour étude scientifique
- mise en réserve
- mise en exposition

Choix du contenant :

- résistant, insensible au liquide conservateur
- étanche
- adapté à la taille du spécimen
- appréciation visuelle du spécimen

Choix du matériau de lutage :

- bonne étanchéité
- bonne élasticité
- discret

Choix du couvercle

- bonne étanchéité
- ouverture/fermeture aisée (selon destination)

Réutiliser ou remplacer ? - discussion

Réutiliser : si bon état, respect de la valeur historique et intégrité de l'objet

Remplacer : mauvais état ou inadapté pour la destination du spécimen

Décision selon destination

Étude scientifique

Critères :

- ouverture/fermeture facile
- hermétique

contenant à clips en verre avec joint type EPDM plus résistant aux solvants ; contenant en verre à pas de vis avec joint silicone

Réserve

Exposition

Critères :

- totalement hermétique

contenant en verre à couvercle en verre ou bouchon, joint en silicone

Matériel :

- protections collectives
- protections individuelles
- tube de silicone
- pistolet à silicone
- nouveaux couvercles
- eau
- solvant
- kit anti déversement

Dégraisser les zones de rodages du contenant

Couper l'embout du tube de silicone et le placer dans le pistolet

Appuyer sur la gâchette et déposer la matière de manière continue

Placer le couvercle sur le joint en retirant les bulles d'air

Lisser les bords du joint



Musée Dupuytren
© Sorbonne Université

4800 pièces humides dont 60% comprenant du formaldéhyde

Remplacement du Formaldéhyde

Seulement lorsque les bocal sont altérés ou ouverts

→ Par du Kaiserling III modifié (uniquement pour les spécimens fixés au formaldéhyde, sinon : risques de résultats catastrophiques)

Meilleures performances esthétiques que l'éthanol

- Conservation des contenants et couvercles en bon état
- Conservation des étiquettes si contenant non conservé
- Conservation d'un peu de l'ancienne solution dans un contenant adapté pour des études futurs

Equipements de protection

EPI : gants en nitriles ou néoprène, lunette masque à cartouches, combinaison doublée d'une blouse en Tyvek



Hotte aspirante : laissée allumée sur la période d'adaptation à la nouvelle solution et sur le temps de séchage du lutage (une demie journée minimum)

CTA : centrale d'air climatisé, air recyclé en permanence



Armoire ventilée : pour stocker le formaldéhyde pur

Prévention risque incendie

Aménagement de l'espace : regroupement des fluides dans une même pièce

Portes coupe feu

Système électrique surveillé et mis aux normes

Prévention des risques de fuite

Etagères aux normes : à plateaux percés et bacs de rétention

Système Aquavigi : installation de câbles avec capteurs de fuite



Malette d'urgence : pads absorbants, gants, lunettes de protections, vermiculite, pelle et balai



Remplacement du Formaldéhyde → Une tonne par an

- **Par de l'éthanol à 70%** pour préserver la valeur scientifique et conserver les protéines
- **Par du Kaiserling III modifié** pour les pièces exposées au public (non explosif et non inflammable) (**Uniquement pour des spécimens fixés par formaldéhyde. Sinon, risques de résultats catastrophiques**)

- Remplacement systématique des contenants et couvercles

Etudes de cas
Données fournies par l'institution

◆ Equipements de protection

EPI : gants en nitriles ou néoprène, lunette masque à cartouches, combinaison doublée d'une blouse en Tyvek



Hotte aspirante : à air recyclé et extraction d'air

Evolution des conditions : dans les années 90 peu protections au MNHN



Une culture du risque qui persiste : port non systématique des EPI

◆ Prévention risque incendie

Aménagement de l'espace : regroupement partiel des pièces humides

Brouillard d'eau froide envisagé

Gaz étouffant impossible car compromet la sécurité du personnel

Impossibilité d'installer un système de sprinklage du à la non conformité bâtiment et évacuation de l'eau difficile

◆ Prévention des risques de fuite

Caisse d'urgence : pads absorbants, gants, lunettes de protections, vermiculite, pelle et balai, masque à cartouches



Des structures de taille différentes

L'espace disponible et le nombre de pièces à traiter conditionne :

-> La prévention des risques par l'aménagement de l'espace
-> Les dispositifs de contrôle
-> Les choix de conservation

Traitements adaptés aux spécificités des collections

- Une approche des collections d'anatomie pathologique de Sorbonne Université centrée sur la préservation patrimoniale (conservation d'un maximum d'éléments et valeur esthétique priorisée dans les choix de conservation)
- Une approche scientifique au Musée d'histoire naturelle, axée sur la recherche et l'utilité des collections.

Projet de Plan de Sauvegarde des Biens Culturels

- ▲
 - Réalisé en 2019 et en cours de mise à jour pour les collections d'anatomie pathologique de Sorbonne Université
 - Envisagé en 2019 au Musée National d'Histoire naturelle
-> Pièces humides non évacuées en cas d'incendie car risque d'explosion
-> Evacuation immédiate du personnel préconisée
Intervention des pompiers : refroidissement par projection d'eau par l'extérieur

EPI : écart entre idéal et pratiques de protection

- Culture du risque : négligence
- Conditions et réalités de la pratique pas toujours compatibles avec une protection optimale

L'utilisation du formaldéhyde, bien qu'indispensable pour la conservation des spécimens, présente des risques majeurs pour la santé humaine et l'environnement. Sa manipulation nécessite une gestion rigoureuse qui inclut des équipements de protection adaptés, des aménagements spécifiques des locaux, ainsi qu'un tri des déchets en partenariat avec des entreprises spécialisées. Cependant, nos études de cas révèlent un écart fréquent entre les standards de sécurité idéaux et les pratiques réelles, influencé par des facteurs socio-culturels, psychologiques et organisationnels. Pour réduire ces écarts, il est essentiel de compléter les mesures matérielles par des formations ciblées, une sensibilisation accrue, un suivi rigoureux des pratiques et une communication continue. Ainsi, le développement d'une véritable culture de sécurité devient un levier incontournable pour garantir une protection efficace des opérateurs, des collections et de l'environnement.

Bibliographie

Identification des collections :

Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : relatif à la classification européenne du formaldéhyde. Avis de l'Anses, Saisine n°2010-SA-0318, Maisons-Alfort, 2011.

BEGUN C.B., BOUCHARD M., CARRIER G., LAVOUE J., NOISEL N., Exposition au formaldéhyde, 1985.

BOURGEOIS C., Mise au point de méthodes pour l'analyse de substances mentionnées dans le règlement Européen REACH et potentiellement présentes dans les process et produits de la filière cuir : formaldéhyde-fluorocarbonés. Chimie analytique. Université de Lyon, 2022.

BRUICE P.Y., Organic Chemistry, Prentice Hall international editions, 2013.

CLERC F., STEINHAUSEN M., BERTRAND N., COMMENGES R.V., GABRIEL S., "Comparaison des mesures d'exposition au formaldéhyde enregistrées dans les bases de données française et allemande", [Rapport de recherche], Notes scientifiques et techniques NS 334, Institut National de Recherche et de Sécurité(INRS). 2015.

COLTHUP N.B., DALY L.H., WIBERLEY S.E., Introduction to infrared and raman spectroscopy, New York : Academic Press, 1964.

DANGEON M., La collection en fluide du Musée botanique de l'Université de Zürich, mémoire de master, Haute École Arc Conservation-Restauration, 2016.

GOFFARD C., "Éviter l'erreur : le choix de matériaux stables pour le stockage et l'exposition des collections muséales", CeROArt L'erreur, la faute, le faux, 3, 2009.

HE R.-Q., Methods in Determination of Formaldehyde, Formaldehyde and cognition, 2017, p.271-295.

NICOLAS M., Ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de construction et de décoration. Océan, Atmosphère, Université Paris-Diderot - Paris VII, 2006.

SMITH J.E., Quantitative Organic Analysis via Functional Groups, 1947.

STUART B. H., Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications, University of Technology, Sydney, Australia, 2004.

Réglementation:

« Aldéhyde formique et solutions aqueuses, Fiche toxicologique n°7 », sur la base de données Fiches toxicologiques de l'INRS [en ligne], consulté le 09/11/2024. Disponible sur : https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_7§ion=incendieExplosion

Annexe VI, partie 3, du règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n°1907/2006, JOUE L du 31 décembre 2008.

Code de l'environnement, articles L522-1 à L522-19 relatifs au contrôle de la mise sur le marché des substances actives biocides et à l'autorisation de mise sur le marché des produits biocides.

Code de l'environnement, articles R557-1-1 à R557-5-5 et R557-7-1 à R557-7-9 relatifs aux produits et équipements à risques.

Code de l'environnement, décret n°2014-285 du 3 mars 2014 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, JORF du 5 mars 2014.

Code du travail, articles R4222-1 à R4222-26 relatifs à l'aération et à l'assainissement des locaux.

Code du travail, articles R4227-1 à R4227-57 relatifs aux risques d'incendies et d'explosions et évacuation.

DANGEON M., La collection en fluide du Musée botanique de l'Université de Zürich, mémoire de master, Haute École Arc Conservation-Restauration, 2016.

Directive (UE) 2019/983 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 modifiant la directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail, JOUE L du 20 juin 2019.

Dossier « Formaldéhyde », sur INRS [en ligne], consulté le 09/11/2024. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/risques/formaldehyde/formaldehyde-de-quoi-parle-t-on.html>

Fiche de données de Sécurité « Formaldéhyde », sur Chemos [en ligne], consulté le 09/11/2024. Disponible sur : https://www.chemos.de/import/data/msds/FR_fr/50-00-0-A0008448-FR-fr.pdf

Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion et ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2020, Arrêté du 26 octobre 2020 fixant la liste des substances, mélanges et procédés cancérigènes au sens du code du travail, JORF du 1er novembre 2020.

Premier ministre, 2021, Décret n° 2021-1849 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques, modifiant l'article R.4412-149 du code du travail, JORF du 29 décembre 2021.

Règlement (CE) n° 1451/2007 de la Commission du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides, JOUE L du 11 décembre 2007

Règlement délégué (UE) n°1062/2014 de la Commission du 4 août 2014 relatif au programme pour l'examen systématique de toutes les substances actives existantes contenues dans des produits biocides visé dans le règlement (UE) n°528/2012 du Parlement européen et du Conseil, JOUE L 294 du 10 octobre 2014.

Aménagements, EPI et manipulations :

Echanges avec Hugo Bordet, Président d' HBConservation intervenant pour la conservation préventive et la prévention des risques, et Thierry Oudoire, conservateur , lors du chantier effectué dans les réserves du Muséum d'histoire naturelle de Blois.

American Industrial Hygiene Association (AIHA), Formaldehyde: Health Risks and Safe Practices in the Laboratory Environment, AIHA Press, 2013.

CATO P. S., JONES J. E. Storage of Natural History Collections: A Preventive Conservation Approach. Society for the Preservation of Natural History Collections (SPNHC), 1991.

Environmental Protection Agency (EPA), Formaldehyde Emission Standards for Composite Wood Products. EPA Press, 2016.

Museums, Libraries, and Archives Council (MLA), Benchmarks in Collections Care for Museums, Archives, and Libraries, MLA Publications, 2009.

LEGGETT S. R, Health and Safety in Museums and Galleries, Routledge, 2000.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). "Guidelines for Laboratories: Formaldehyde Safety and Compliance Standards". OSHA Technical Manual, Section III: Chapter 2, 2020.

Chaîne opératoire

CARILLO, M.-F., « La conservation des collections en fluide. Muséum de Toulouse », L'Écho des réserves [en ligne], 2019. Disponible sur : <https://museum.toulouse-metropole.fr/la-conservation-des-collections-en-fluide/>

DANGEON M., La collection en fluide du Musée botanique de l'Université de Zürich, mémoire de master, Haute École Arc Conservation-Restauration, 2016.

HERBIN M., « La conservation des collections en fluide. Approche historique et conservatoire », CeROArt [en ligne], HS, 2013. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/ceroart/3432>

LECOUEDIC T., Restes humains dans des fluides. Projet de conservation restauration d'une collection de spécimens tératologiques. Conservatoire d'anatomie de la faculté de médecine de Montpellier, mémoire de fin de second cycle, Diplôme National Supérieur d'Expression Plastique, option art, mention conservation restauration, Ecole Supérieure d'Art d'Avignon, 2016

Rapport de chantier des collections. Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Du 3 au 7 juin 2013. Collection d'oiseaux en fluide., Institut national du Patrimoine, p.15-32.

Culture du risque en entreprise

BORELLE C., PELISSE J. « "Ça sent bizarre, ici". La sécurité dans les laboratoires de nano-médecine (France, États-Unis) ». [en ligne], Sociologie du travail, 59(3), p.395-410. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/sdt/934>.

Institut National de Recherche et de Sécurité.. Les comportements de sécurité au travail : Enjeux et défis. Prévention des risques professionnels, (314), 2021, p. 25-30.

JOLIVET A., « Promotion de la santé au travail et instauration d'un « pouvoir d'agir » : Une communication de l'équilibre entre l'individuel et le collectif ». Les Enjeux de l'information et de la communication, 15(1), 2015, p.1-10.

Organisation Internationale du Travail. Sécurité et santé au travail : Rapport mondial sur les risques professionnels (rapport), 2020.

SARFATI F., WASER, A., « Les risques professionnels et la santé : Une affaire d'expérience, d'occultation, de reconnaissance ». [en ligne], Sociologies pratiques, 26(1), 2013, p. 1-10. Disponible sur : <https://shs.cairn.info/revue-sociologies-pratiques-2013-1-page-1?lang=fr>

Fiche réflexe: Transport des collections en fluide

Vérification préalable avant le transport

Pour éviter les fuites de substances toxiques.

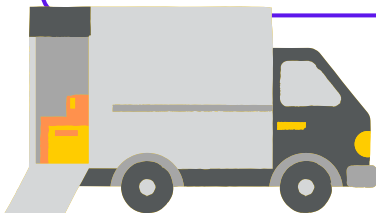
- Etanchéité des bocaux
- Etat des bocaux (pas de fissures ni de fragilisations) et des spécimens (Constat de départ)
- Un kit d'EPI ainsi qu'un kit anti déversement est mis à disposition pour le personnel
- Demande de circulation avec liquide dangereux

Formation du personnel

- Le personnel chargé du transport et de la manipulation doit être formé aux risques chimiques et aux procédures d'urgences en cas d'exposition.

Mise en caisse

- Sécuriser les récipients dans des boîtes de transport rigides, adaptées, avec des matériaux d'amortissement (ex. mousse de polyéthylène) pour limiter les risques de choc et de mouvement.
- La température doit être contrôlée pour éviter la dégradation ou la contamination des fluides. Possibilité de caisses isothermes ou camions réfrigérés



Signalisation des risques

- Étiqueter clairement les caisses contenant des substances toxiques
- Fournir une fiche de données de sécurité (FDS) avec des informations sur le produit, les risques, les précautions et les premiers secours.

En cas de fuite accidentelle durant le transport

- Isoler le contenant touché
- Ajustement de l'étanchéité
- Informer le personnel responsable du transport, des manipulations et de la conservation



A l'arrivée :

- Effectuer une inspection complète des récipients et des spécimens pour vérifier leur intégrité. (Constat d'arrivée)

Exemples d'utilisation du formaldéhyde ou de produits dérivés

Formaldéhyde ou produits dérivés	Secteur	Utilisation
Résines urée-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde et polyacétals	Bois	Adhésifs ou liants pour la fabrication de panneaux de particules, de panneaux de fibres de moyenne densité, de contreplaqués, de charpente, de lamellé-collé, etc.
	Textile	Produits d'impression, d'apprêtage, d'ennoblissement.
	Papier	Produits pour le couchage, la résistance à l'humidité.
	Cuir	Produits de transformation et de tannage de certains cuirs.
Résines mélamine-formaldéhyde sulfonées	Industrie du ciment / plâtres	Dispersants, plastifiants pour ciments ou plâtres
Formaldéhyde	Secteur de la santé	Fixateur des tissus dans les laboratoires d'anatomie et de cytologie pathologiques
	Nutrition animale	Agent conservateur pour le fourrage
	Thanatopraxie	Agent de conservateur des défunts

Classification du formaldéhyde

Mentions de danger

Classe de danger	Catégorie	Mention de danger	Explication de la mention de danger
Cancérogène	1B	H350	Peut provoquer le cancer
Mutagène sur le cellules germinales	2	H341	Susceptible d’induire des anomalies génétiques
Toxique aigu par inhalation, ingestion et contact cutané	3	H301	Toxique en cas d’ingestion
		H311	Toxique par contact cutané
		H331	Toxique par inhalation
Toxique spécifique pour certains organes cibles - exposition unique	1	H370	Risque avéré d’effets graves pour les organes
Toxique spécifique pour certains organes cibles - irritant des voies respiratoires	3	H355	Peut irriter les voies respiratoires
Corrosif cutané	1B	H314	Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux
Sensibilisant cutané	1	H317	Peut provoquer une allergie cutanée
Irritant provoquant des lésions oculaires graves	1	H318	Provoque des lésions oculaires graves

Classification du formaldéhyde

Conseils de prudence

Conseils de prudence	Description
P260	Ne pas respirer les poussières/ fumées/ gaz/ brouillards/ vapeurs/ aérosols
P280	Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage
P301 et P310	EN CAS D'INGESTION: appeler immédiatement un centre antipoison/ un médecin
P303, P361 et P353	EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux) : enlever immédiatement tous les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau ou se doucher
P305, P351 et P338	EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer
P403 et P233	Stocker dans un endroit bien ventilé. Maintenir le récipient fermé de manière étanche

Tableau des maladies professionnelles (TMP)

Régime général, tableau 43

D'après le décret n°63-405 du 10 avril 1963, modifié par le décret n°2009-56 du 15 janvier 2009

Affections provoquées par l'aldéhyde formique et ses polymères	
Désignation des maladies	Délai de prise en charge
dermites irritatives	7 jours
lésions eczématiformes	15 jours
rhinite	7 jours
asthme	7 jours

Régime général, tableau 43 bis

D'après le décret n°2009-56 du 15 janvier 2009

Affections cancéreuses provoquées par l'aldéhyde formique	
Désignation des maladies	Délai de prise en charge
Carcinome du nasopharynx	40 ans (sous réserve d'une exposition de 5 ans)

Organismes compétents

	Organisme	Téléphone	Adresse
Centre anti-poison	Centre Antipoison et de Toxicovigilance	01 40 05 48 48	Hôpital Fernand-Widal, 200 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris
Évacuation des déchets	SARP Industries (Veolia)	01 34 80 55 00	1 Avenue Eugène Freyssinet, 78280 Guyancourt
	Clikeco (Spécialisé déchets chimiques professionnels)	09 77 40 50 15	Site web : clikeco.com
	Service Chimie	01 64 30 89 22	5, place de l'Église, Saint Thibault des Vignes, 77400 Marne la Vallée service-chimie.fr
	Triadis Services (Séché Environnement)	01 69 16 13 13	49 avenue des Grenots, 91150 Etampes

Critères de choix et produits utilisés pour les spécimens en fluide

Etapes mise en fluide	Critères de choix	Produits utilisés
Liquide de fixation	stabiliser le processus de dégradation des tissus	- de l'alcool jusqu'en 1890 - solution à base de formaldéhyde (à 37%) - formol (formaldéhyde à 3,7%) - Kaiserling I (solution à base de formaldéhyde)
Liquide de conservation	empêcher les attaques de microorganismes et tout changement physico-chimique	- divers alcools, surtout éthanol et isopropanol - solution à base de formaldéhyde (à 4%), tamponnée - solution à base de glycérol
Contenant	rester étanche, ne pas être sensible au liquide de conservation, adapté à la taille du spécimen	- bocaux en verre en tout genre (verrerie ou domestique) - verre anciens à surveiller (fluorescence jaune-vert sous UV) - flûtes - contenant en polypropylène - contenant en acier inoxydable
Lutage/couvercle	être facile d'ouverture et fermeture si étudié, étanche quand fermé, totalement étanche si non étudié	- bocaux à clips - bocaux à pas de vis - cire, bitume, résine végétale, paraffine (collections anciennes) - mastic de vitrier à base d'huile de lin - vaseline - vessie de porc avec une feuille d'étain ou de plomb - silicone (aujourd'hui)
Étiquettes et inscriptions	A l'extérieur du contenant : résistantes aux altérations environnementales A l'intérieur du bocal : insensibles au fluide de conservation	- parchemin, métal plomb, étain (collections anciennes) - papier, plastique (collections récentes) - mine de plomb- encre

Le port des EPI : entre théorie et pratique

Plusieurs enquêtes sociologiques et études sur les risques liés au travail soulèvent différentes problématiques qui alimentent une culture du risque en entreprise.



Instaurer une culture de sécurité

Causes possibles du non-port des EPI

Facteurs sociaux et culturels

- **Normes sociales et culture du travail** (pression à la rapidité, signe de compétence, robustesse)
- **Conformité et pression des pairs**
Le comportement des collègues peut influencer les décisions individuelles.

La perception des risques

- Sous-estimation du danger
- manque d'information ou de formation

Conditions de travail

- Inconfort des équipements
- Accès limité aux équipements

Facteurs psychologiques

La perception du risque varie individuellement. Certains travailleurs peuvent sous-estimer les dangers ou se sentir invulnérables

Comment encourager le port des EPI

Formation et sensibilisation

- Formations pratiques et théoriques adaptées
- Sensibilisation aux risques et dangers

Engagement de la direction

- les supérieurs hiérarchiques doivent eux mêmes porter les EPI
- Valorisation, encouragement des comportements positifs.

Amélioration des EPI

- investissement dans des EPI confortables et ergonomiques
- adapté au travail et aux besoins spécifiques

Implication des employés

- Evaluation commune des risques
- mise en place de comités de sécurité
- communication bidirectionnelles sur les solutions

Contrôle et suivi rigoureux

- Contrôle réguliers et suivi des comportements.

Communication claire et visible

- Affichages et rappels sur les zones de travail
- campagnes sur la prévention des risques

Le non-port d'équipements de sécurité est un problème complexe qui peut être appréhendé sous de multiples angles : psychologique, social, culturel, économique et organisationnel. Des stratégies peuvent être préconisées pour améliorer l'adhésion des travailleurs à l'utilisation des EPI et pour renforcer la culture de la sécurité.