

# Restaurateurs de tableaux : évaluation des risques toxicologiques

*L'INRS a été interrogé à plusieurs reprises sur les risques chimiques auxquels sont exposés les restaurateurs de tableaux, en particulier sur les risques pour la reproduction. Devant la pauvreté de la littérature et le manque d'informations concernant la profession de restaurateur de tableaux et ses risques professionnels, cette étude a été entreprise afin d'étudier les postes de travail de restaurateurs de tableaux travaillant dans un grand service de restauration d'œuvres d'art français avec évaluation toxicologique des risques professionnels : détermination des principaux produits utilisés et quantification de l'exposition aux solvants par des mesures métrologiques individuelles. L'évaluation des risques a ensuite été complétée par une enquête épidémiologique, réalisée auprès d'un échantillon de 49 restaurateurs de tableaux.*

Peu d'études ont été publiées sur l'évaluation des risques professionnels des restaurateurs de tableaux. Tout au plus, trouve-t-on des articles décrivant les différentes pathologies que présentaient les grands peintres, tels que la polyarthrite rhumatoïde de Pierre-Auguste Renoir, de Pierre-Paul Rubens et de Raoul Dufy [1] ou la sclérodémie de Paul Klee. Certains ont avancé l'hypothèse d'une étiologie toxique par exposition à des pigments composés de métaux lourds [2, 3], ou à l'essence de térébenthine [4]. Les terpènes contenus dans l'essence de térébenthine pourraient également, en partie,

expliquer la maladie de Vincent Van Gogh [5]. Même les études portant sur la profession de conservateurs-restaurateurs d'œuvres d'art sont rares. La Fédération française des conservateurs-restaurateurs (FFCR) mentionne quelques travaux réalisés sur ce sujet dans son bulletin du 2 décembre 1997 [6]. Des médecins du travail se sont intéressés, en 1998, aux conditions de travail de créateurs dans le domaine des arts graphiques et plastiques, ainsi qu'à leur degré d'information concernant les risques encourus et aux manifestations pouvant y être liées [7]. L'objectif de l'étude présentée ici était donc d'évaluer les risques professionnels des restaurateurs de tableaux (cf. encadré 1).

DUQUENOY-  
BIZOUERNE A.-F.\*,  
FALCY M.\*\*

\* Comité interentreprises  
de la région audomaroise  
pour la médecine du  
travail, Saint-Omer

\*\* Département Etudes  
et assistance médicales,  
INRS, Centre de Paris

## Les restaurateurs de tableaux

D'après la «European Confederation of Conservators' Organization» (ECCO), le conservateur-restaurateur est la personne dont les revenus sont principalement issus de la pratique personnelle de la conservation-restauration. Le nombre de restaurateurs de tableaux en France est difficile à estimer car ils ne représentent en effet qu'une partie de l'ensemble des conservateurs et restaurateurs. Toutefois, ce nombre semble compris entre 100 et 150 personnes. Les fichiers de restaurateurs et de conservateurs confiés par trois associations principales de conservateurs-restaurateurs, pour la réalisation de l'enquête épidémiologique présentée dans cette étude, ont permis d'identifier 126 restaurateurs de tableaux.

Il existe actuellement quatre formations en France : Maîtrise de sciences et techniques en conservation-restauration des biens culturels à Paris I Panthéon-Sorbonne, Institut de formation des restaurateurs d'œuvres d'art (IFROA) à l'Ecole nationale du Patrimoine, Ecole d'art d'Avignon, section conservation-restauration des œuvres peintes et Ecole d'art de Tours, section conservation-restauration des œuvres d'art sculptées. D'autres formations sont également répertoriées : apprentissage, CAP... Certains restaurateurs exerçant leur profession en France sont issus d'une formation à l'étranger, équivalente à l'une des

quatre formations reconnues en France. Parmi les restaurateurs ayant participé à l'enquête de la FFCR, plus de la moitié avaient suivi la formation de l'IFROA, un tiers la Maîtrise des sciences et techniques en conservation-restauration des biens culturels et moins de 10 % la formation de l'Ecole d'art d'Avignon. Seulement 1 % des participants avaient suivi d'autres formations [6].

La majorité des conservateurs-restaurateurs sont des travailleurs indépendants (profession libérale, artisans). Les autres sont salariés ou fonctionnaires [6]. Les restaurateurs de tableaux qui travaillent au C2RMF à Versailles ont un statut de profession libérale. En raison de ce statut, ils ne bénéficient d'aucune surveillance médicale.

Les ateliers de restauration les plus nombreux se situent en région parisienne : environ deux tiers des ateliers sont en Ile-de-France, le tiers restant étant situé en province. Près de trois quarts des restaurateurs interrogés dans l'enquête de la FFCR travaillent conjointement pour les secteurs public (2/3) et privé (1/3). Deux tiers des conservateurs-restaurateurs travaillent pour plusieurs organismes : musées, Monuments historiques, patrimoine privé, archives et bibliothèques, archéologie, délégation aux arts plastiques et collectivités territoriales.

## ENCADRÉ 1



Documents  
pour le Médecin  
du Travail  
N° 96  
4<sup>e</sup> trimestre 2003

## Le tableau

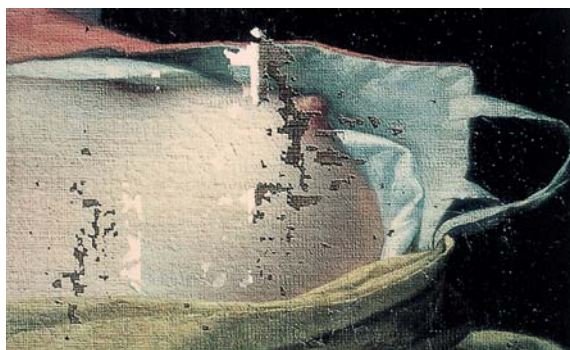
Le tableau, constitué d'un support, représente un assemblage complexe de matériaux divers, soumis à des transformations chimiques et physiques au cours du temps. Ces transformations dépendent à la fois des matériaux eux-mêmes, de leur rapport à l'environnement, de tous les aléas de leur vie matérielle et des accidents qui surviennent. En abordant le tableau du point de vue de sa structure, deux types d'interventions peuvent alors être définis :

→ la conservation préventive, dont le but est de retarder le vieillissement du tableau et de limiter les risques de dégradation en créant autour de lui un environnement propice à sa conservation ;

→ les interventions de restauration et de conservation qui tendent à restituer au tableau une entité structurelle et une lecture la plus authentique possible.

D'après Huyghe [8], « restaurer, c'est prolonger la vie de l'œuvre d'art et la ressusciter en sauvegardant sa patine ». C'est également pallier aux accidents et aux déformations du support (opérations techniques effectuées par des ébénistes et des rentoiliers) ou aux altérations de la couche picturale (opérations esthétiques effectuées par des restaurateurs de la couche picturale). Certaines interventions sont rapides et peuvent

**Photos 1 : « Le lion de Florence », Nicolas-André Monsiau (1754-1837) [Paris, Musée du Louvre]**



▲ Premier cliché : détail ; lacunes, toile visible.

▼ Second cliché : après réintégration, la retouche illusionniste a rendu sa continuité aux formes.



être réalisées sur place, dans les galeries d'exposition du musée : simple revernissage, pose d'un point de couleur, refixage ponctuel, reprise de la tension ou pose d'une pièce. Les autres interventions, dites « fondamentales », sont longues et exigent le déplacement de l'œuvre en atelier : reprise des fentes, rentoilage, reprise de transposition, nettoyage et réintégration. Les résultats obtenus par la restauration sont illustrés par les photos n° 1 à 3.

## Les étapes de la restauration

### CHEMINEMENT PRÉALABLE DU TABLEAU AVANT SA RESTAURATION

Les étapes qui concernent le cheminement du tableau avant la restauration ne sont pas réalisées par les restaurateurs eux-mêmes. L'œuvre est réceptionnée et enregistrée dès son arrivée (dans le cas de cette étude par du personnel du Centre de recherche et de restauration des musées de France [C2RMF]). Le premier examen du tableau se fait à l'œil nu et est suivi d'une décontamination éventuelle (l'œuvre est placée dans une

**Photos 2 : « Le pèlerinage à Cythère », Antoine Watteau (1684-1721) [Paris, Musée du Louvre]**



▲ Premier cliché : les différents groupes de personnages (avant restauration).

▼ Second cliché : après allègement de vernis, la perspective des différents plans est restituée.



© Clichés C2RMF-Thomasset (Photographie)



poche hermétiquement fermée, la décontamination des insectes s'effectue par anoxie, aucun produit chimique n'est employé), d'un dépoussiérage par simple aspiration et enfin d'un constat d'état (description précise de l'œuvre) et de l'ouverture d'un dossier scientifique. Ce dossier préliminaire à la restauration est établi afin de documenter l'état en apparence et en profondeur de l'œuvre, dans le but de rendre évidentes des particularités peu discernables à l'œil nu (photographie en lumière directe, en lumière rasante, en fluorescence UV, en rayonnement infrarouge et aux rayons X).

### RESTAURATION DE LA COUCHE PICTURALE

La restauration de la couche picturale comprend trois grandes étapes : le décrassage, le nettoyage des vernis, repeints et mastics et la réintégration.

Le décrassage s'effectue par application au chiffon d'eau additionnée de quelques gouttes d'ammoniaque. Le restaurateur de la couche picturale réalise cette opération à mains nues, sans autre protection qu'un tablier porté de façon discontinue et irrégulière.

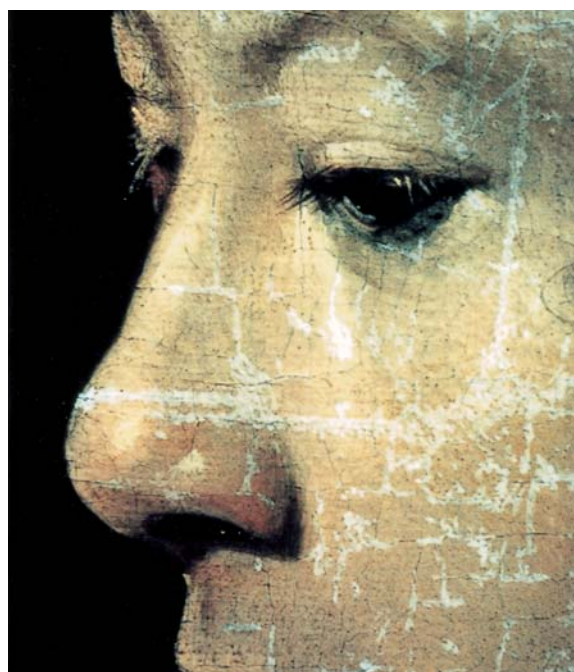
Le nettoyage a pour but d'enlever tout ce qui dénature l'œuvre, c'est-à-dire les repeints, les vernis et les mastics. Avant de procéder au nettoyage de l'ensemble

de la couche picturale, le restaurateur réalise plusieurs essais de nettoyage à l'aide de solvants-tests, qui figurent, pour la plupart, sur la liste de l'Institut royal du patrimoine artistique de Bruxelles (IRPA). Après photographie des différentes fenêtres ainsi réalisées et décision collégiale du type de nettoyage retenu, le restaurateur poursuit le nettoyage sur toute la surface de l'œuvre.

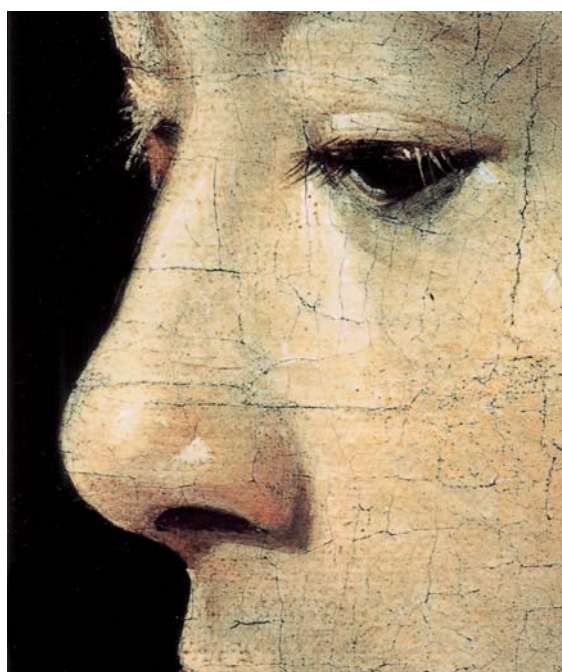
Le nettoyage des vernis : « Peu à peu, à mesure que le vieux vernis disparaissait, le tableau retrouvait la magie de ses pigments » [32]. Pour des raisons esthétiques ou de sécurité, les vernis ne sont parfois qu'« allégés » et non complètement enlevés. L'allègement ou amincissement du vernis est une étape longue et difficile, qui s'oppose au dévernissage, ou enlèvement complet de l'épaisseur de vernis. L'application du solvant ou du mélange de solvants, s'effectue à l'aide d'un bâtonnet ouaté (sorte de grand Coton-tige® dont l'extrémité en coton est régulièrement changée par le restaurateur). En dehors de ces changements, les doigts du restaurateur ne sont pas en contact direct avec le coton imbibé de solvant, mais ils sont néanmoins en contact permanent avec le bâtonnet en bois imprégné du solvant par capillarité en cours d'application.

Le nettoyage des repeints : les repeints sont dits « techniques », lorsqu'ils cachent des accidents anciens. S'ils sont altérés, assombris ou blanchis, ou s'ils

#### Photos 3 : « Le tricheur », Georges de la Tour (1593-1652) [Paris, Musée du Louvre]



▲ Premier cliché : détail du joueur, repeints blanchis : de minces retouches avaient été posées sur la préparation sombre, visible le long des craquelures d'âge de la peinture par suite d'usure de la carnation; ces retouches se sont altérées, ont blanchi et doivent être ôtées.



▲ Second cliché : après enlèvement des repeints blanchis : toutes les retouches blanchies ont été supprimées; une partie des usures de la carnation a été acceptée, le réseau des craquelures d'âge reste visible.

© Clichés C2RMF-Thomasset (Photographie)

**inrs**

Documents  
pour le Médecin  
du Travail  
N° 96  
4<sup>e</sup> trimestre 2003

débordent les contours de la lacune, ils doivent être enlevés. Des surcharges peuvent aussi avoir été faites consciemment par les prédécesseurs, pour embellir (repeint de goût) ou rendre conforme à une certaine conviction morale (repeint de pudeur) ou politique (repeint idéologique). Souvent anciens et durs, les repeints nécessitent des techniques mixtes d'enlèvement, chimique et mécanique. Certains s'enlèvent simplement à l'eau, d'autres nécessitent l'emploi de solvants plus puissants (white-spirit pour les repeints en cire, toluène, éther de pétrole, xylène...). D'autres sont enlevés par méthode mécanique, grattage à sec au bistouri.

Le nettoyage des mastics : il fait également appel à des techniques mixtes, chimique et mécanique. Beaucoup de mastics sont solubles dans l'eau, d'autres nécessitent l'emploi de mélanges d'eau et d'un solvant (alcools ou méthyléthylcétone). Les mélanges de solvants sont appliqués à la compresse imbibée ou au pinceau, le plus souvent sans gants. Après ramollissement des mastics, le restaurateur gratte l'excédent de mastic à l'aide d'un scalpel.

L'ensemble de ces opérations de nettoyage peut durer plus ou moins longtemps selon la taille du tableau, la difficulté à ôter les différents éléments sus-cités et leur quantité sur la toile. La durée peut varier d'une journée à plusieurs semaines. Le restaurateur, pour les différentes phases de ce nettoyage, est assis, tournant le dos à la fenêtre ou à l'éclairage artificiel (ensemble de néons), le visage situé à environ vingt centimètres de la toile (« le nez collé sur la peinture »). La boîte contenant plusieurs dizaines de flacons de solvants ou de

mélanges de solvants se trouve à ses côtés, les flacons n'étant que parfois rebouchés. L'étiquetage de ces flacons est rudimentaire : le plus souvent, un numéro (référence à la liste de l'IRPA) ou une lettre sont les éléments permettant d'en connaître le contenu. La liste des différents solvants-tests de la liste de l'IRPA est présentée dans le [tableau I](#).

La réintégration comprend l'éventuelle pose de mastic, le vernissage, la réintégration de l'œuvre proprement dite et le revernissage. Le mastic est appliqué à l'aide d'une petite spatule sur les lacunes. Il s'agit soit d'un mastic prêt à l'emploi (Modostuc<sup>®</sup>, dont la composition n'a pas pu être obtenue) soit d'un mastic préparé par le restaurateur lui-même. La préparation est alors constituée d'un liant (colle de peau, colle vinylique ou, plus rarement, cire) et d'une charge (blanc de Meudon, par exemple). Des pigments peuvent être ajoutés à cette préparation pour obtenir la coloration voulue.

Les vernis employés pour la phase de vernissage sont soit prêts à l'emploi (exemple : vernis Rembrandt<sup>®</sup>, constitué d'une résine cétonique diluée dans du white-spirit) soit préparés par le restaurateur, qui mélange une résine et un solvant. Les solvants utilisés sont, le plus souvent, du white-spirit ou de l'essence de térébenthine. Les résines employées sont des résines naturelles (résine Dammar<sup>®</sup>, par exemple) ou synthétiques (Paraloïd<sup>®</sup>, par exemple). Les résines Paraloïd B67<sup>®</sup> et Paraloïd B72<sup>®</sup> utilisées à Versailles sont composées presque exclusivement de résine acrylique, les solvants organiques n'y sont présents qu'en quantité

TABLEAU I

### Liste des solvants utilisés suivant l'opération

But de l'utilisation du mélange	Solvants mélangés
<b>Nettoyage superficiel</b>	Isooctane Diisopropyléther White-spirit p-xylène p-xylène et trichloroéthane
<b>Elimination d'un vernis résineux</b>	Isooctane et isopropanol Toluène et isopropanol Isooctane, éther et éthanol
<b>Elimination d'un vernis résineux en couches épaisses</b>	Acétate d'éthyle et méthyléthylcétone Isopropanol et méthylisobutylcétone
<b>Elimination d'un surpeint huileux</b>	Diclorométhane et méthanol Toluène et diméthylformamide Trichloroéthane et diacétone alcool Trichloroéthane et diméthylformamide Acétate d'éthyle et diméthylformamide Isopropanol, ammoniac et eau
<b>Elimination d'une colle ou d'un surpeint protéique</b>	Dichlorométhane, formiate d'éthyle et acide formique
<b>Elimination d'une colle ou d'un surpeint polysaccharide</b>	Toluène, isopropanol et eau Méthyléthylcétone et eau Acétate d'éthyle, tétrahydrofurane et eau Acide acétique et eau

infime. Le vernis est appliqué au pinceau large, parfois au tampon, sur le tableau, disposé en position horizontale ou verticale, selon la taille du tableau. Tant que le solvant du vernis n'est pas évaporé, le restaurateur continue de « travailler » le vernis. La phase de vernissage s'effectue, le plus souvent, dans l'atelier, sans protection individuelle particulière. Parfois, l'application de vernis se fait par pulvérisation, en cabine de vernissage, si le Paraloïd® est utilisé. La cabine de vernissage de l'atelier de restauration du C2RMF est équipée d'un système d'aspiration (le tableau étant disposé sur un chevalet, à la verticale). Les mesures de prévention sont complétées par le port de protections individuelles : combinaison complète, bottes et lunettes et, parfois, masque à cartouche. Le séchage du vernis se fait à l'air libre dans l'atelier.

La réintégration à proprement parler de la couche picturale consiste à retoucher les « manques » et les usures. Cette opération est parfois complétée d'une phase de peinture, réel travail d'artiste-peintre, en cas de lacune très importante. La palette de couleurs utilisée comporte des peintures spécifiques à la restauration, de marque Maïmery®, commercialisées prêtes à l'emploi. Elles sont composées d'un liant plus stable que dans les autres peintures et, notamment, plus stable que dans les peintures à l'huile (résine mastic ou résine synthétique). En revanche, les pigments et la charge ne sont pas spécifiques à la restauration (blanc de plomb, noir d'ivoire...). Exceptionnellement, le restaurateur fabrique lui-même sa peinture. Ces cas précis concernent la restauration de tableaux contempo-

rains. Le restaurateur utilise un mélange de pigment pur et de résine synthétique, le plus souvent. Sur un coin de la palette se trouvent deux godets. L'un de ces godets contient un diluant, le plus souvent du Diluente Nitro® : ce produit correspond à un mélange de solvants et est vendu couramment dans les drogueries italiennes mais son fabricant n'a pu être identifié et donc sa composition précise non plus. L'autre godet contient un liant, vernis utilisé pour obtenir des effets de brillance ou, au contraire, de matité. La palette ainsi composée est posée soit sur la table à côté du restaurateur soit directement sur ses genoux. Le restaurateur utilise une large gamme de pinceaux pour peindre ainsi qu'un appui-main, simple bâton effilé dont une des extrémités est emmaillottée dans un tissu rembourré afin de pouvoir se poser sans dommage sur des couches picturales encore tendres.

Le revernissage a pour but de rendre la matité ou la brillance du tableau uniforme. Il s'effectue soit d'emblée sur toute la surface par pulvérisation du vernis en cabine de vernissage, dans les conditions décrites auparavant, soit par touches locales au spray, à la bombe ou au pinceau. Le séchage se fait également à l'air libre après application. Les vernis utilisés sont, par exemple, le Vernis à retoucher®, composé d'un mélange d'essence de térébenthine, de cétone et d'alcool, et d'une résine, ou le Vernis Dammar®, composé d'essence de térébenthine et de résine naturelle.

L'ensemble des risques et des contraintes des restaurateurs de la couche picturale fait l'objet du [tableau II](#).

## Risques et contraintes des restaurateurs de la couche picturale

Atelier	Restauration de la couche picturale
<b>Locaux</b>	Trois ateliers contigus, séparés par des murs à larges ouvertures, sans porte ; une porte coupe-feu à chaque extrémité de l'atelier ; une quatrième salle adjacente aux autres ; surface totale de l'atelier : 609 m <sup>2</sup> (cabine de vernissage de 40 m <sup>2</sup> ) ; hauteur : 4,3 m
<b>Environnement</b>	
■ Bruit	Atelier calme ; seule nuisance sonore : pistolet à vernis utilisé dans la cabine de vernissage (de manière discontinue)
■ Eclairage	Eclairage naturel par six grandes fenêtres dans chacune des trois salles de l'atelier ; éclairage artificiel, au niveau du poste de travail, par néons, regroupés derrière le restaurateur qui travaille près de la fenêtre
■ Température	De l'ordre de 20 °C (entre 20 et 22 °C), régulée en permanence, depuis fin 1997, par un dispositif informatisé de surveillance du climat au sein des ateliers ; néanmoins soumise, dans une certaine mesure, aux variations climatiques extérieures. Capteurs de température et d'humidité dans chacun des ateliers
■ Humidité	Régulée également de façon automatique, de l'ordre de 50 % (+/- 5 %) ; depuis fin 1997, des humidificateurs et déshumidificateurs locaux sont installés, dans la majeure partie des salles ; ces installations sont prévues pour fonctionner l'été et en demi-saison, quand le chauffage et l'humidification sont arrêtés, mais, peuvent aussi fonctionner l'hiver, lors de conditions climatiques extrêmes, en complément des centrales de traitement d'air et en cas de panne de celles-ci

TABLEAU II

Suite page 424 ■ ■ ■

**TABEAU II**  
(suite)

**Risques et contraintes des restaurateurs de la couche picturale** (suite)

Atelier	Restauration de la couche picturale
<b>Risque chimique</b>	
■ Produits utilisés	Par ordre de fréquence d'utilisation : solvants (solvants pétroliers (white-spirit), alcools (isopropanol), cétones (méthyléthylcétone), esters (acétate d'éthyle), hydrocarbures aliphatiques chlorés (dichlorométhane) et diméthylformamide), vernis (résines synthétiques et solvants (white-spirit)), liants (résines synthétiques et naturelles), pigments et ammoniacque
■ Quantités	Très variables, selon le nombre et la taille des tableaux à restaurer
■ Modes d'exposition	Inhalation et voie percutanée
■ Co-expositions	Présence de poussières lors de l'utilisation de matériaux sous forme pulvérulente (utilisation ponctuelle), dépoussiérage systématique des œuvres depuis 1997, à leur arrivée. Aérosols lors de l'utilisation de bombes de vernis ou du pulvérisateur dans la cabine de vernissage
■ Prévention collective	Ventilation générale dans les trois salles de l'atelier, plusieurs hottes d'aspiration placées sur les murs et au plafond ; captage vertical et horizontal dans la cabine de vernissage
■ EPI	Bottes, combinaison complète et lunettes de protection voire masque à cartouche porté en cabine de vernissage. Tablier parfois porté pour le « décrassage » ; rarement, port de gants pour le « décrassage » et le nettoyage
■ Stockage des produits au poste	Armoires à solvants (6) de 100 à 200 litres, non ventilées, disposant de fentes d'aération, bac de rétention de l'armoire fréquemment utilisé comme étagère supplémentaire ; quantité de solvants limitée à 25 litres par restaurateur
■ Elimination des déchets	Plusieurs poubelles fermées, à ouverture mécanique à pédale, « empty every night », où sont jetés les chiffons, les compresses et cotons imprégnés de solvants. Circuit d'élimination : déchets des poubelles regroupés dans une armoire réservée puis enlevés par société extérieure
<b>Postures</b>	Position assise ou debout, le plus souvent, face au tableau posé verticalement sur le chevalet
<b>Charges physiques</b>	Peu de manutention : déplacements minimes des œuvres au sein de l'atelier ; transport des tableaux entre les ateliers assuré par un « installateur-monteur d'objets d'art »
<b>Charge mentale</b>	Travail de précision, délais à respecter, irrégularité de la charge de travail, activités multiples (formation, participation au fonctionnement des associations de restaurateurs de tableaux, participation à des études...)
<b>Risques d'accidents prépondérants</b>	Risques inhérents aux produits les plus utilisés, les solvants : explosion, incendie, exposition aiguë aux solvants en cas de déversement accidentel, toxicité des produits. Blessures (opération de grattage au bistouri de la couche picturale). Troubles musculosquelettiques du membre supérieur, lombalgies

**RESTAURATION DU SUPPORT TOILE**

« Rentoiler » consiste à doubler le textile ancien avec une nouvelle toile à l'aide d'un adhésif [8]. Le rentoilage permet de consolider le support textile affaibli, déchiré ou troué, d'en résorber les déformations et de pallier la perte d'adhérence entre la couche picturale originale et son support, c'est-à-dire de résorber un réseau de craquelures prononcées, annonciateur à plus ou moins long terme de chutes de la matière picturale. En fait, il existe deux techniques de restauration du support-toile : le rentoilage, technique traditionnelle, et le doublage, technique moderne. Elles se distinguent surtout par le mode de préparation du support avant le rentoilage lui-même.

Le châssis en bois est tout d'abord démonté : il sera secondairement réparé. Le tableau est ensuite nettoyé, par aspiration de la surface du tableau à l'aide d'un aspirateur manuel, au besoin équipé d'un filtre anti-bac-

térien, pour le débarrasser des poussières et des « semences » de rouille qu'il contient.

La protection de la couche picturale et sa mise en tension s'effectuent, dans le cas de la technique traditionnelle, par « cartonage » : le restaurateur procède au collage du tableau sur une feuille de papier cartonné en appliquant, sur la face peinte, une colle « de pâte » de fabrication artisanale (à base de farines, de colle de peau de lapin, de miel utilisé comme liant ou de térébenthine de Venise comme assouplissant, de phénol employé pour éviter la destruction de la colle et d'eau). Les colles vinyliques sont parfois utilisées. Cette phase de « cartonage » est suivie d'une phase de refixage de la couche picturale, sur le dos du tableau, après nettoyage de celui-ci visant à éliminer les résidus de colle, de résine ou de cire, traces parfois de restaurations antérieures, à l'aide de solvants appliqués au coton imprégné de produit, tenu sans gants. Les produits utilisés sont le white-spirit, l'Eau écarlate®, le trichloroéthylène... Le refixage



utilise différents types d'adhésifs : cire utilisée avec table chauffante, résine, colle aqueuse ou synthétique. Après l'application d'adhésifs, une fine épaisseur de gaze est posée sur l'ensemble de la toile d'origine. Si l'état de la toile d'origine est satisfaisant, le restaurateur ne procède qu'aux réparations ponctuelles nécessaires, à l'aide de bandes de gaze fixées sur la toile ; dans ce cas, la restauration du support-toile est terminée.

Le rentoilage consiste à coller une nouvelle toile, au dos du tableau ainsi préparé, par collage. La toile est, en général, une toile de lin dont l'apprêt est éliminé par lavage sans détergent. La colle est appliquée sur la nouvelle toile et l'ensemble, toile et colle, est ensuite posé au dos du tableau. Dans le cas des tableaux qui seront placés dans un lieu humide, un traitement supplémentaire de la toile, par application de cire sur table chauffante, s'impose. Les adhésifs utilisés sont le Plextol®, sous forme de granulés dissous ensuite dans du toluène

ou du xylène (3 à 7 % de solvant dans le mélange), ou le Plexisol® ou un adhésif thermoplastique, le Mowilith DCM2®, utilisé sur table chauffante ou chauffé au « fer à repasser », copolymère acétate de vinyle et maléate de dibutyle en dispersion dans l'eau.

Dans le cas de la technique moderne, la préparation du support à rentoilier s'effectue par un montage du tableau sur châssis provisoire : le tableau est, en effet, fixé par des bandes de non-tissé en polyester ou en polyamide, collées par un mélange de résines acryliques et de solvants (Plextol® et toluène (15 %)) formant une pâte et fixées sur les bords du dos du tableau. L'ensemble est ensuite monté sur châssis provisoire. En cas de soulèvements éventuels, l'humidification de la toile est nécessaire afin de la détendre et d'aplanir ces soulèvements. Le tableau est placé dans une chambre d'humidification, où règne une humidité de 75 %. Une fois la toile détendue, elle est placée sur une table à

## Risques et contraintes des restaurateurs du support toile

TABLEAU III

Atelier	Restauration du support toile
<b>Locaux</b>	3 ateliers contigus, séparés par une porte, souvent laissée ouverte, situés au deuxième étage ; présence d'un local d'extraction, appelé « sas » ; surface totale : 352 m <sup>2</sup> , hauteur : 3,45 m
<b>Environnement</b>	
■ Bruit	Ateliers calmes ; dispositif d'extraction bruyant dans le « sas », lorsqu'il fonctionne
■ Eclairage	Eclairage naturel par 4 à 6 fenêtres par salle
■ Température	Surveillance en permanence de la température par capteurs et système informatique (20 à 22° C) ; cet atelier est soumis, plus que les autres, aux variations climatiques extérieures, car il est situé « sous les toits »
■ Humidité	Humidificateurs et déshumidificateurs dans chacune des salles ; taux d'humidité relative maintenu quasi-constant. Chambre d'humidification : enceinte protégée par une bâche en plastique, dans l'atelier, dans laquelle règne un taux d'humidité relative à 55 %
<b>Risque chimique</b>	
■ Produits utilisés	Par ordre de fréquence d'utilisation : solvants (toluène, xylène, white-spirit, trichloroéthylène), adhésifs (cire chauffée au « fer à repasser » ou sur table chauffante), résines synthétiques (Plextol® ou Plexisol®), adhésif thermoplastique (Mowilith DCM2®), colles aqueuses, mastic (Modostuc®), produits de traitement du bois et substitut du bois
■ Quantités	Très variables, selon le nombre et la taille des tableaux à restaurer
■ Modes d'exposition	Inhalation et voie percutanée
■ Co-expositions	Poussières des tableaux (+/- micro-organismes), lors de la phase de nettoyage, malgré l'aspiration systématique des œuvres à leur arrivée au C2RMF et leur éventuelle décontamination en poche anaérobie
■ Prévention collective	Ventilation générale dans les différentes salles de l'atelier ; dispositif de captage dans le local d'extraction pouvant descendre au-dessus du tableau (hotte d'aspiration)
■ EPI	Gants portés de façon exceptionnelle, lors des phases de manipulations prolongées de cotons imprégnés de solvants, notamment lors du refixage ; masque à cartouche adapté aux solvants organiques lors de la phase de refixage et/ou de doublage, si la taille du tableau à traiter est importante
■ Stockage des produits au poste	Armoires à solvants, non ventilées, disposant de fentes d'aération, bac de rétention de l'armoire fréquemment utilisé comme étagère supplémentaire ; quantité de solvants limitée à 25 litres par restaurateur
■ Elimination des déchets	L'atelier dispose de poubelles fermées et d'une armoire permettant de centraliser les déchets avant qu'ils ne soient ramassés par une société extérieure

Suite page 426 ■ ■ ■



TABLEAU III  
(suite)

### Risques et contraintes des restaurateurs du support toile (suite)

Atelier	Restauration du support-toile
Postures	Debout, buste penché en avant sur le tableau
Charges physiques	Manutention : déplacements minimes dans l'atelier des œuvres ; transport des œuvres entre ateliers assuré par un installateur-monteur d'objets d'art ; la charge physique dépend du poids et de la taille du tableau
Charge mentale	Travail de précision, délais à respecter, irrégularité de la charge de travail ; activités multiples (formation, participation au fonctionnement des associations de restaurateurs de tableaux, participation à des études...)
Risques d'accidents prépondérants	Risques inhérents aux produits les plus utilisés, les solvants : explosion, incendie, exposition aiguë aux solvants en cas de déversement accidentel, toxicité des produits Blessures, tétanos lors de la phase de démontage du châssis ; brûlures lors de l'utilisation de la table chauffante ou du « fer à repasser ». Lombalgies, troubles musculosquelettiques du membre supérieur

basse pression pour abaisser les soulèvements. Intervient ensuite la consolidation de la couche picturale, visant à réparer d'éventuelles craquelures, les déchirures complètes de la toile nécessitant, quant à elles, un recollage bord à bord, fibre par fibre. La consolidation s'effectue sur le revers du tableau, par la pose d'un adhésif sur l'ensemble de la toile : Plexisol®, à concentrations différentes, mélangé à du toluène. L'application est réalisée au pinceau large, sous hotte d'aspiration. Après que le mélange adhésif ait été posé, le tableau est placé sur table à basse pression pour consolider les craquelures (toujours sous aspiration). Une fois la toile consolidée, le séchage a lieu à l'air libre dans l'atelier. Le doublage de la toile d'origine est réalisé de deux manières différentes : soit « à l'aveugle », sans colle, soit avec collage par des résines synthétiques. La nouvelle toile appliquée est une épaisseur de non-tissé en polyester.

L'équipement de protection individuelle porté pendant cette étape est, dans certains cas, le masque à cartouche.

Les risques et les contraintes des restaurateurs du support-toile font l'objet du [tableau III](#).

#### RESTAURATION DU SUPPORT-BOIS

Seuls les tableaux peints sur bois sont concernés par cette restauration. La restauration du châssis en bois des autres tableaux est prise en charge par les «rentoiliers». Les cadres dorés sont, quant à eux, restaurés par les doreurs de la filière ébénisterie.

La restauration du support-bois fait appel, pour la correction des déformations du support, à de multiples techniques. Cette activité semble toutefois correspondre au travail traditionnel d'ébénisterie : incisions en « V » visant à rétablir la planéité d'un support dé-

formé, pose de renforts (traverses mobiles, réfection complète de parquetage...), remplacement de nouvelles pièces de bois... La pose de traverses mobiles peut également nécessiter le travail du métal, puisqu'elles sont tapissées de laiton. La correction des déformations du support en bois est suivie d'une phase, très brève, de traitement du bois.

Les risques et les contraintes des restaurateurs du support-bois font l'objet du [tableau IV](#).

### L'étude de poste

Le C2RMF représente le plus important service de restauration de peintures en France. A ce titre, les ateliers des Petites Ecuries de Versailles étaient susceptibles de représenter un bon exemple des conditions de travail des restaurateurs de tableaux. Il est, en effet, vraisemblable que les techniques et produits employés sont assez similaires d'un atelier de restauration à l'autre. C'est d'ailleurs ce qui a pu être observé au cours des visites d'un atelier de restauration de peintures privé et de l'atelier du Petit Bourbon au Musée du Louvre, où sont restaurés les tableaux du Louvre et du Musée d'Orsay.

#### LE CENTRE DE RECHERCHE ET DE RESTAURATION DES MUSÉES DE FRANCE (C2RMF)

Le C2RMF est un service à compétence nationale. L'objectif de ce centre est de mettre en œuvre la politique de la Direction des Musées de France en matière de recherche et de restauration des collections publiques, afin d'assurer l'étude de la caractérisation tech-



nique des objets de musée et d'organiser leur sauvegarde. Les ateliers de restauration de peintures (support-bois, couche picturale et support-toile) sont abrités dans une aile des Petites Ecuries du Roy à Versailles, situées en face du Château de Versailles.

## ÉVALUATION TOXICOLOGIQUE DES SITUATIONS DE TRAVAIL AU C2RMF À VERSAILLES

Il est important de souligner que les données décrites ci-dessous reflètent les habitudes des restaurateurs de tableaux du C2RMF uniquement. Deux types de tableaux sont restaurés dans les ateliers de Versailles : les tableaux sur toile et les tableaux peints sur bois. La restauration du tableau comprend, le plus souvent, la restauration du support, si celui-ci est altéré, puis la restauration de la couche picturale. Pour

chacune de ces trois restaurations, restauration du support-toile, du support-bois et de la couche picturale, les différentes étapes sont décrites précisément et la synthèse des risques et contraintes des restaurateurs est ensuite présentée, notamment le risque chimique, dans un tableau synoptique (voir tableaux II, III et IV).

Les produits chimiques auxquels les restaurateurs de tableaux sont les plus confrontés sont les solvants organiques, même s'il existe de grandes disparités entre chaque spécialité.

L'étude préalable des postes de travail des restaurateurs de tableaux par observation des méthodes de travail a permis de donner une idée qualitative de l'exposition aux solvants : inventaire de la nature et des quantités de substances manipulées, détermination des paramètres de l'exposition (techniques de travail, accidents prévisibles de surexposition, configuration des locaux de travail, dispositifs de ventilation existants).

### Risques et contraintes des restaurateurs du support bois

Atelier	Restauration du support bois
<b>Locaux</b>	Deux salles contiguës, séparées par des murs à larges ouvertures, une porte coupe-feu à chaque extrémité de l'atelier ; locaux situés au rez-de-chaussée ; surface totale : 220 m <sup>2</sup> , hauteur : 5,3 m
<b>Environnement</b>	
■ Bruit	Nuisances sonores représentées par le bruit des machines-outils <sup>0</sup> utilisées pour le travail du bois
■ Eclairage	Eclairage naturel par 4 à 6 fenêtres par salle
■ Température	Surveillée en permanence par capteurs et système informatique : maintenue autour de 20 °C
■ Humidité	Surveillée en permanence par capteurs et système informatique : maintenue à 50 % d'humidité relative
<b>Risque chimique</b>	
■ Produits utilisés	Peu nombreux ; par ordre de fréquence d'utilisation : adhésifs (colles aqueuses, colles époxydiques, vinyliques, résines synthétiques), solvants (xylène, heptane), fongicide (perméthrine)
■ Quantités	Très faibles concernant les solvants, utilisés dans des proportions bien moindres que dans les autres ateliers
■ Modes d'exposition	Inhalation essentiellement ; voie percutanée possible
■ Co-expositions	Poussières de bois : résineux principalement, chêne, peuplier, noyer, acajou (rarement), ayous. Quand le remplacement d'une lacune est impossible avec la même essence de bois, le restaurateur utilise du balsa
■ Prévention collective	Ventilation générale présente dans les deux salles
■ EPI	Tablier de travail
■ Stockage des produits au poste	Armoires à solvants, non ventilées, disposant de fentes d'aération, bac de rétention de l'armoire fréquemment utilisé comme étagère supplémentaire ; quantité de solvants limitée à 25 litres par restaurateur
■ Elimination des déchets	Poubelles fermées vidées chaque jour
<b>Postures</b>	Debout, penché en avant sur le tableau
<b>Charges physiques</b>	Manutention : poids important des tableaux peints sur bois et pièces de bois destinées à la réparation du support
<b>Charge mentale</b>	Travail de précision, délais à respecter et « irrégularité » de la charge de travail
<b>Risques d'accidents prépondérants</b>	Risques en rapport avec le travail du bois : blessures, tétanos... Lombalgies et troubles musculo-squelettiques du membre supérieur Risques inhérents au stockage au poste de travail de produits chimiques : explosion, incendie, exposition aiguë aux solvants en cas de déversement accidentel, toxicité des produits.

TABLEAU IV

## ENCADRÉ II

L'exposition des restaurateurs de tableaux s'avère très fluctuante et discontinue, selon l'activité du restaurateur lui-même (certaines phases ne nécessitent que très peu de produits chimiques voire aucun) et de l'activité dans l'atelier. A certaines périodes de l'année, les ateliers sont, en effet, très peu fréquentés, et la pollution, si elle existe, n'est notable que dans l'entourage très proche du restaurateur, et ce d'autant que les ateliers de restauration du C2RMF sont particulièrement vastes. Les phases les plus polluantes, où sont susceptibles d'être mis en évidence des « pics » de pollution sont de durée variable, de plusieurs heures à plusieurs jours, la notion même de « pics », dans ce cas, devenant relative. La pollution dans chacun des ateliers de

restauration est donc hétérogène et variable dans le temps et selon les postes de travail.

La facilité d'utilisation d'un badge (*voir encadré II*), permettant un échantillonnage passif de l'air se trouvant dans la zone respiratoire du restaurateur, a également orienté la technique de métrologie. En effet, les prélèvements ne pouvaient être réalisés tous en un temps donné mais au fur et à mesure de l'activité des restaurateurs, activité fluctuante dans le temps. La seule contrainte était de fixer le badge sur le vêtement, à hauteur des voies respiratoires, au début de la phase de travail, ainsi que de compléter la fiche décrite au paragraphe « réalisation pratique des prélèvements », en vue de l'interprétation des résultats, au maximum quatre heures après la pose du badge.

L'évaluation des expositions des restaurateurs de tableaux a donc été effectuée par métrologie individuelle, au moyen d'un échantillonneur passif de l'air, avec analyse différée en laboratoire.

Les prélèvements ont été réalisés par les restaurateurs eux-mêmes, coordonnés par une restauratrice de la couche picturale. Une fiche de renseignements accompagnait chacun des badges : durée totale du port du badge, tâches effectuées lors du port du badge, produits employés pendant le prélèvement, activité de l'entourage du restaurateur, température et humidité relative dans l'atelier pendant le prélèvement.

Treize badges ont été retournés pour analyse au laboratoire de chimie analytique organique à l'INRS, département Métrologie des polluants, centre de Lorraine. Deux badges ont fait l'objet d'erreurs de manipulation. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux (*cf. tableau V*), permettant de comparer la concentration du produit détecté avec sa VME, lorsqu'elle existe. Deux résultats n'ont pu être présentés en raison de valeurs aberrantes ; l'une en rapport avec une probable pollution du badge (produit mis en évidence non utilisé par le restaurateur lors du port du badge), l'autre en rapport avec l'absence complète de produit détecté sur le badge, notamment ceux manipulés par le restaurateur (diacétonealcool). Pour trois badges, les consignes d'utilisation n'ont pas été précisément respectées : durée approximative du port du badge et badges exposés à deux reprises chacun.

### Le badge GABIE [9, 10,11]

**Le badge breveté par l'INRS, appelé badge « GABIE », est un préleveur passif pour polluants atmosphériques organiques, validé pour 25 substances organiques parmi les plus couramment rencontrées dans les locaux de travail. Les substances présentes dans l'atmosphère sont captées par diffusion et piégées par un adsorbant, le charbon actif, sous forme granulaire. Ce badge est dit « passif », car il fonctionne sans pompe d'aspiration. Ce dispositif échantillonneur portatif est de forme tronconique et mesure environ 45 mm de diamètre extérieur et 18 mm de hauteur. Il se fixe sur les vêtements, au niveau de la zone respiratoire du salarié, sans entraver ses activités. La vitesse d'échantillonnage du badge reste quasiment constante pendant les quatre premières heures puis décroît. Sa durée optimale d'utilisation est donc de quatre heures. Les prélèvements réalisés avec ce dispositif nécessitent une température ambiante comprise entre 15 et 35 °C et un taux d'humidité relative compris entre 25 et 85 %, ainsi qu'une vitesse d'air entre 0,2 et 0,6 m/s. Après prélèvement, les substances sont identifiées et quantifiées par spectrométrie de masse et chromatographie en phase gazeuse. La méthode utilisée respecte la norme NF X 43-252 pour l'échantillonnage et l'analyse de polluants gazeux sur charbon actif.**

## Résultats des prélèvements par badges

## Badge 1

## Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Retouche, phase de la restauration de la couche picturale
Produits manipulés	Diluente Nitro®
Moyens d'application	Pinceau
Temps d'exposition du badge	4 heures (en deux fois)
Activités des autres restaurateurs dans le même local	Nettoyage (restauration de la couche picturale) : utilisation d'acétate d'éthyle, alcool éthylique, diméthylformamide (l'acétate d'éthyle et l'éthanol ont été détectés sur le badge, à l'état de traces)

## Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Ethanol	Traces	1900
Acétate d'éthyle et isopropanol	17	1400 (Acétate d'éthyle)
Acétate de n-butyle	Traces	710
Méthyléthylcétone	Traces	600
Toluène	17	375
White-spirit	50	150
Autres solvants aromatiques (triméthylbenzènes)	9	125
Terpènes	Traces	Pas de VME

## Badge 2

## Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Aucune précision sur la fiche remplie
Produits manipulés	Ether monoéthylique de l'éthylène glycol
Moyens d'application	Bâtonnet ouaté
Temps d'exposition du badge	3,5 heures (en deux fois)
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Retouche et nettoyage (produits manipulés non précisés)

## Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Ethanol	8	1900
Toluène	4	375
White-spirit	36	150
Triméthylbenzènes	Traces	125
Ethylglycol	4	Pas de VME

## Badge 3

## Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Allègement de vernis, phase de restauration de la couche picturale
Produits manipulés	Isopropanol (5 volumes), toluène (5 volumes) et diacétonealcool (1 volume)
Moyens d'application	Bâtonnet ouaté et pinceau
Temps d'exposition du badge	4 heures (en deux fois)
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Aucune précision donnée

## Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Ethanol	280	375
Diacétonealcool	12	240
Isopropanol	41	Pas de VME

## Badge 4

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Retouche, phase de la restauration de la couche picturale
Produits manipulés	Diluyente Nitro®
Moyens d'application	Pinceau
Temps d'exposition du badge	4 heures
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Aucun autre restaurateur présent

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	5	375
Autres solvants aromatiques et aliphatiques	5	Pas de VME

## Badge 5

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Non précisé
Produits manipulés	Isopropanol, isooctane, acétone et vernis final Rembrandt®
Moyens d'application	Non précisé
Temps d'exposition du badge	3 heures
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Réintégration de lacunes

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Hydrocarbures totaux	16	375 (toluène)

## Badge 6

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Suppression de repeints très épais et de mastics anciens
Produits manipulés	Mélange 3A : Aqua, alcool, ammoniacque, méthyléthylcétone
Moyens d'application	Pinceau
Temps d'exposition du badge	3 heures
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Retouche

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Hydrocarbures totaux	16	375 (toluène)

## Badge 7

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Retouche, phase de la restauration de la couche picturale
Produits manipulés	Diluyente Nitro®
Moyens d'application	Pinceau
Temps d'exposition du badge	3,5 heures
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Retouche

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	12	375
Hydrocarbures (hors toluène)	110	Pas de VME



## Badge 8

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Nettoyage de tableau avec en particulier enlèvement des repeints
Produits manipulés	Dichlorométhane et méthanol (1 volume de chaque produit)
Moyens d'application	Bâtonnet ouaté
Temps d'exposition du badge	80 minutes
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Aucun autre restaurateur présent

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	19	375
Hydrocarbures (hors toluène)	50	Pas de VME

## Badge 9

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Doublage, phase de la restauration du support-toile (régénération du film acrylique puis nettoyage du matériel)
Produits manipulés	Résine acrylique en émulsion mélangée à de l'eau et du toluène
Moyens d'application	Pinceau
Temps d'exposition du badge	30 minutes
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Aucun autre restaurateur présent

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	8	375
Hydrocarbures (hors toluène)	Traces	Pas de VME

## Badge 10

### Conditions de prélèvement

Activité pendant le prélèvement	Transport des œuvres
Temps d'exposition du badge	Non précisé

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	8	375
Hydrocarbures (hors toluène)	Traces	Pas de VME

## Badge 11

### Conditions de prélèvement

Activité du restaurateur pendant le prélèvement	Nettoyage d'un vernis et enlèvement de repeints, phases de la restauration de la couche picturale
Produits manipulés	White-spirit, acétone et détergent tensio-actif
Moyens d'application	Bâtonnet ouaté
Temps d'exposition du badge	1 heure
Activités des autres restaurateurs dans le même local retouche, phase de la restauration de la couche picturale	Non précisé

### Résultats

Produits détectés	Concentrations (mg/m <sup>3</sup> )	VME des produits détectés (mg/m <sup>3</sup> )
Toluène	20	375
Hydrocarbures (hors toluène)	Traces	Pas de VME
Acétone	Traces	Pas de VME

## INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les concentrations (C) détectées sur les badges, après analyse, sont globalement très faibles, inférieures à 30 % de la VME (sauf dans le cas du badge n° 3). Le calcul de l'indice de toxicité pour chaque badge où des substances ont pu être dosées, tient compte uniquement des concentrations des substances pour lesquelles existe une valeur moyenne d'exposition (VME : concentration moyenne maximale admissible, pondérée sur huit heures par jour ou quarante heures par semaine de travail [36]). Il est calculé selon le rapport C/VME. L'indice de toxicité additive est obtenu en additionnant les indices de toxicité calculés de tous les constituants détectés et dosés. Les substances détectées mais non dosables ne peuvent donc être prises en compte. D'autre part, la convention d'additivité peut s'appliquer car les produits impliqués sont des solvants qui n'ont pas sur l'organisme d'effets indépendants.

Tous les indices de toxicité additive calculés sont inférieurs à 1, ce qui correspond à une exposition « tolérable », hypothèse confortée par le fait qu'aucun restaurateur n'ait signalé de symptôme pendant la durée du prélèvement. En particulier, le restaurateur ayant porté le badge n° 3 ne s'est plaint d'aucun symptôme, alors qu'une concentration de toluène nettement supérieure à celles enregistrées sur les autres badges a été mise en évidence sur ce badge (280 mg/m<sup>3</sup>, pour une VME à 375 mg/m<sup>3</sup>), de manière inexplicable : aucun incident pendant le prélèvement n'a été signalé ni aucune différence dans le mode opératoire employé. « Dans le cas où la somme (des indices de toxicité) est inférieure à l'unité, on présume généralement que des mesures raisonnables de prévention sont observées en pratique, ce qui ne signifie pas que toute possibilité d'amélioration doive être rejetée, en particulier si d'autres voies de pénétration que la voie respiratoire sont possibles » [13], ce qui est le cas lorsqu'il s'agit de solvants.

A de multiples reprises des hydrocarbures ont été détectés sur les badges. Dans sept cas, les hydrocarbures (hors toluène) étaient quantifiables. Dans deux de ces cas, les hydrocarbures correspondaient à des triméthylbenzènes. Même si les quantités évaluées sont faibles, lorsque le dosage a pu être réalisé, les résultats montrent une pollution non négligeable de l'atelier de restauration de la couche picturale, où ont été effectués la plupart des prélèvements.

Le même problème se pose pour les chiffres de toluène mis en évidence sur presque tous les badges, onze sur treize, à des valeurs très basses, sauf sur le badge n° 3, et très inférieures à la VME. Ce « fond » de toluène traduit une pollution non négligeable des ateliers de restauration de tableaux, et ce d'autant que

cette pollution se retrouve sur le badge porté par un témoin, personne chargée du transport des œuvres de salle en salle. De nombreux bidons de solvants et, en particulier de toluène, sont stockés dans les armoires à solvants des ateliers de restauration de peinture à Versailles, même si cette quantité est réglementée et limitée à 25 litres par restaurateur.

Certains aspects de la méthode et de la technique employées dans cette étude limitent l'interprétation des résultats obtenus. En effet, se pose tout d'abord le problème de la représentativité de ces mesures. Celles-ci ont été réalisées assez souvent pendant des périodes de faible activité au niveau du service de restauration, notamment dans l'atelier de la couche picturale. D'autre part, les mesures effectuées sont peu nombreuses, compte tenu de l'activité globale de cet atelier de restauration.

La méthode de prélèvement retenue dans l'étude par prélèvements passifs par diffusion de l'air à travers du charbon actif est discutée par certains auteurs. Ces derniers estiment qu'il est parfois préférable d'utiliser des méthodes d'échantillonnage actives par pompage au lieu des préleveurs passifs, car le volume d'air est maîtrisé et les facteurs techniques limitants mieux connus [14]. Par ailleurs, Pristas et coll. considèrent que la méthode des badges n'est pas encore intégrée comme méthode de référence en France ni en Allemagne. En revanche, elle est utilisée au Royaume-Uni pour le benzène, le styrène, le toluène et les mélanges d'hydrocarbures C5-C10 [15, 16]. Toutefois, la méthode de prélèvement par ce badge est validée.

Il est également important de souligner que l'analyse quantitative du white-spirit sur badge est délicate car chacun des hydrocarbures qui le composent, a son propre débit d'échantillonnage. La valeur du débit d'échantillonnage du nC9, les vapeurs du white-spirit étant essentiellement constituées de nC9, a été retenue. Le white-spirit en phase condensée est, en effet, un mélange d'hydrocarbures de nC8 à nC12, avec une médiane autour de nC10.

De manière plus générale, seule l'absorption pulmonaire est prise en compte par les badges. Or, les restaurateurs travaillent très rarement avec des gants. Il n'est donc pas possible de négliger l'absorption par voie percutanée, lorsque des contacts cutanés fréquents et importants existent et que les produits incriminés ont un passage percutané connu [12]. Afin de ne pas sous-estimer les niveaux d'exposition, une biométrie peut être réalisée. Dans le cas présent, en raison du coût des examens biologiques et des problèmes d'organisation qu'ils auraient posés, leur réalisation n'a pas été possible. Elle aurait toutefois permis de corréler les résultats des prélèvements atmosphériques et les résultats sanguins et/ou urinaires. En effet, il existe une bonne corrélation entre les concentrations détectées sur les badges et les concentrations du même composé

mesurées dans le sang, notamment dans le cas du toluène [17]. Le dosage du toluène sanguin est, par ailleurs, bien corrélé au taux d'acide hippurique urinaire et aux concentrations atmosphériques de la journée [18]. En outre, l'estimation de l'exposition par prélèvement atmosphérique individuel ne représente que la dose externe du (des) produit(s). Les facteurs individuels susceptibles de modifier la toxicité du (des) produit(s) ne sont ainsi pas pris en compte. Or, Friis et coll. ont montré qu'il existait de nombreux facteurs favorisant les troubles cognitifs dans le contexte d'une exposition « relativement faible » aux solvants organiques, tels qu'un traitement médicamenteux au long cours, l'existence de pathologie(s) associée(s), l'alcoolisme, voire des événements de la vie sociale comme la perte d'emploi [19]. Mais il convient de rappeler que les concentrations mesurées dans les ateliers de Versailles sont très faibles et, donc, que la variabilité dose-effet d'un individu à l'autre est dans ce cas négligeable.

## L'enquête épidémiologique

Afin de compléter l'étude des postes de travail dans les ateliers du C2RMF à Versailles, une enquête épidémiologique descriptive transversale a été réalisée, par questionnaire rigoureusement anonyme (traçabilité impossible), rempli par le restaurateur lui-même (auto-questionnaire), diffusé auprès d'un échantillon de 126 restaurateurs de tableaux. Une association de type maladie-exposition a également été recherchée à partir des données recueillies sur les conditions de travail et sur les problèmes de santé que les restaurateurs avaient éventuellement signalés.

### POPULATION ÉTUDIÉE

Le terme de « restaurateurs » regroupe plusieurs types de professions ; dans le cas présent, il s'agit uniquement de restaurateurs de tableaux, en raison de l'importance relative de cette filière au C2RMF et de plusieurs demandes de renseignements adressées au département Etudes et assistance médicales de l'INRS. Les conditions de travail ne sont, en effet, pas comparables d'un type de restauration à l'autre et ne peuvent donc être extrapolées à toutes ces professions différentes.

La population-cible de cette enquête correspond à l'ensemble des restaurateurs de tableaux (voir encadré I). La population-source, quant à elle, est représentée par le nombre de restaurateurs de tableaux recensés dans les fichiers que deux principales associa-

tions de restaurateurs ont bien voulu transmettre. Ce nombre s'élève à 126 personnes et correspond au nombre de questionnaires envoyés.

### QUESTIONNAIRE

Le questionnaire comprend trois parties. Une première partie vise à déterminer les caractéristiques socio-professionnelles des restaurateurs participant à l'enquête : sexe, âge, ancienneté, lieux de travail. La partie technique regroupe la description des conditions de travail des restaurateurs en s'inspirant de l'étude réalisée en 1988 en collaboration avec la Maison des artistes, assurance sociale des artistes plasticiens et du questionnaire distribué aux restaurateurs d'œuvres d'art par le ministère de la Culture en 1993 [7]. Elle a pour objectif principal de cibler le risque chimique : produits utilisés, modes opératoires, durées d'exposition. Afin de préciser les habitudes de travail des restaurateurs concernant les solvants organiques, la quantité utilisée a été demandée, l'abandon de certains produits recherché ainsi que la désignation par le restaurateur des phases les plus polluantes et/ou les plus pénibles, pour mieux connaître leur degré d'information concernant les risques encourus.

En raison du statut de profession libérale de la plupart des restaurateurs, donc de l'absence de suivi en médecine du travail, les premières questions de la partie médicale concernent le type et la régularité des consultations médicales. D'éventuelles manifestations pathologiques sont ensuite recherchées ainsi que les anomalies des éventuels examens complémentaires. Le questionnaire consacre une part importante aux problèmes liés à la reproduction. Les paramètres retenus pour caractériser l'état de santé des restaurateurs ayant participé à l'enquête, ne correspondent finalement pas à une échelle d'évaluation mais davantage à l'état de santé tel qu'il est perçu par les restaurateurs, la morbidité ressentie. Ce questionnaire sur les symptômes ne constitue pas un diagnostic clinique mais permet une bonne uniformisation du mode de recueil des données.

Avant sa diffusion, le questionnaire a été soumis à une restauratrice de tableaux, afin d'évaluer sa faisabilité et la pertinence des questions. Ses remarques et suggestions ont été prises en compte pour rédiger la version définitive du questionnaire.

### RÉSULTATS

Après saisie informatique des données recueillies, celles-ci ont fait l'objet d'un traitement informatique par le logiciel de statistiques Epi-info, version 6.

Quarante-neuf restaurateurs ont répondu à l'enquête, soit un taux de participation de 38,9 %, sans aucune relance écrite ou téléphonique.

### Caractérisation de l'échantillon des 49 restaurateurs de l'enquête

L'échantillon est réparti en 39 femmes et 10 hommes, soit un sex-ratio de 3,9. Les données disponibles ne permettent pas de savoir si ce sex ratio est représentatif de la profession. L'âge moyen des restaurateurs est de 39 ans (38,92 +/- 7,34 ans), sans différence significative entre hommes et femmes. L'ancienneté moyenne dans la profession est de 11 ans (11,77 +/- 6,11 années), sans différence significative entre hommes et femmes. Les différents types de lieux de travail et la répartition des restaurateurs sont comparables chez les restaurateurs hommes et femmes : les restaurateurs apparaissent essentiellement comme des prestataires de service, exerçant, pour 80 % d'entre eux, dans des ateliers de restauration, à domicile ou à l'extérieur. La restauration de tableaux exercée dans le cadre de chantiers reste une activité relativement rare. En effet, les restaurateurs travaillent soit uniquement sur des chantiers soit de manière associée à une activité de restauration en atelier, qu'ils exercent soit à domicile soit dans un atelier extérieur.

La répartition du temps de travail a également fait l'objet d'une stratification, les chiffres les plus variés étant proposés. Les chiffres qui concernent les restaurateurs ne travaillant qu'à domicile sont globalement identiques selon le sexe : 10 restaurateurs sur 48 ayant répondu à cette question ne travaillent qu'à domicile. Ceux qui ne travaillent qu'à l'extérieur sont 24 sur 48. Une seule restauratrice travaille autant à domicile qu'à l'extérieur.

Les horaires pratiqués par les restaurateurs varient considérablement, de 6 à 52 heures hebdomadaires, avec une moyenne inférieure chez les restauratrices que par rapport aux restaurateurs, la différence observée étant statistiquement significative : 35,51 +/- 8,62 heures par semaine chez les femmes contre 43,6 +/- 5,1 heures chez les hommes.

### Techniques et produits utilisés

A défaut d'un profil de la gamme de produits manipulés par les restaurateurs de tableaux, il est possible d'établir un ordre de fréquence d'utilisation des produits chimiques, autres que les solvants : les vernis, les résines, l'ammoniaque et les colles sont très employés, par environ 90 % des restaurateurs de tableaux ; les pigments, les peintures et les liants le sont par environ 70 % des restaurateurs ; puis les acides par moins de la

moitié et, enfin, les produits peu utilisés sont les bois (environ 20 %) et les métaux (2 %).

Parmi les solvants proposés dans le questionnaire, 98 % des restaurateurs utilisent les dérivés pétroliers, les alcools et les cétones. Par ordre de fréquence décroissant, viennent ensuite les esters, utilisés par environ 75 % des restaurateurs (avec une nette prédominance féminine), puis les solvants chlorés utilisés par environ la moitié des restaurateurs et, en dernier lieu, les éthers de glycol manipulés par un tiers des restaurateurs, avec une nette prédominance masculine.

Les quantités de solvants utilisées sont très variables : un peu plus d'un tiers des restaurateurs utilisent moins d'un litre par mois, tous solvants confondus. Un tiers des restaurateurs manipulent 2 à 4 litres par mois.

Les pinceaux, les compresses et les pistolets (pistolets à peinture) sont très utilisés, sans différence significative entre hommes et femmes. Les bâtonnets ouatés le sont également : ressemblant à de grands Cotons-tiges®, ils servent beaucoup aux « restauratrices » de la couche picturale pour l'application précise de solvant(s), notamment lors de la phase d'allègement des vernis.

Les autres procédés cités sont d'utilisation tout à fait anecdotique, si l'on en juge d'après les habitudes des restaurateurs du service de restauration de Versailles.

Deux tiers des restaurateurs déclarent avoir abandonné un ou plusieurs produits et/ou techniques, sans différence entre hommes et femmes.

Parmi les restaurateurs qui travaillent à la fois à domicile et dans un atelier extérieur, environ 90 % affirment employer des procédés similaires d'un atelier à l'autre, sans différence entre hommes et femmes non plus.

### Prévention

#### Prévention collective

Les restaurateurs qui possèdent un atelier à domicile disposent d'une ventilation dans un tiers des cas et d'un système d'aspiration dans un cas sur cinq, avec une maintenance assurée dans près de 30 % des cas. Ceux qui travaillent dans un, voire plusieurs, ateliers extérieurs bénéficient plus souvent d'une ventilation générale de l'atelier, d'un dispositif d'aspiration et, surtout, d'une meilleure maintenance de ces équipements de prévention (70 % des cas). La surface moyenne des ateliers à domicile est de 60 m<sup>2</sup> environ (57,14 +/- 46,06 m<sup>2</sup>), alors que celle des ateliers extérieurs est de 145 m<sup>2</sup> (144,92 +/- 107,7 m<sup>2</sup>).

#### Équipements de protection individuelle

Les équipements de protection individuelle sont portés de façon plus ou moins régulière par les restau-



rateurs, sans différence significative entre hommes et femmes concernant les gants et les masques. En revanche, les lunettes sont plus utilisées par les femmes que par les hommes avec une différence statistiquement significative.

### Informations médicales

Près de deux tiers des restaurateurs affirment être suivis sur le plan médical, par un médecin généraliste et/ou par un médecin spécialiste (hors médecin du travail). Plus précisément, seulement 40 % des hommes sont suivis régulièrement (60 % par un médecin généraliste, 40 % par un médecin généraliste et/ou un médecin spécialiste) mais deux tiers des femmes (un tiers par un médecin généraliste, deux tiers environ par un médecin généraliste et/ou un médecin spécialiste, très souvent un gynécologue).

Un peu moins de la moitié déclarent avoir des antécédents médicaux (item « troubles antérieurs » dans le questionnaire), qu'ils attribuent au travail dans deux tiers des cas.

En revanche, deux tiers des restaurateurs se plaignent actuellement de symptômes (tableau VI), plus les femmes que les hommes, sans différence significative sur le plan statistique. La symptomatologie neurologique est largement prédominante, plus chez les femmes que les hommes, de façon significative. Mais les hommes sont plus nombreux que les femmes à évoquer des symptômes respiratoires. Pour les troubles digestifs, les femmes s'en plaignent plus que les hommes, avec une différence statistiquement significative.

Seuls 26 restaurateurs ont précisé le mode de survenue de ces troubles : la moitié d'entre eux considèrent que ces troubles surviennent sur le lieu de travail. Dans un tiers des cas, les symptômes sont intermittents, dans un quart des cas ils sont permanents.

Les effets sur la reproduction (tableau VII) ont plus spécifiquement été recherchés. Moins de 20 % des restaurateurs ont signalé avoir des problèmes d'infécondité voire de stérilité de leur couple, avec des troubles des règles chez environ 15 % des restauratrices et des fausses-couches chez environ 25 % d'entre elles. Généralement, les auteurs estiment que pour 100 grossesses désirées, 60 à 70 % se terminent par une fausse-couche spontanée très précoce parfois même non constatée et que 10 à 15 % de ces grossesses s'achèvent par un avortement spontané dûment constaté [20]. Mais 80 % des restaurateurs ont des enfants, 1,91 en moyenne (écart-type de 0,91), chiffre correspondant globalement à la moyenne nationale, pour lesquels aucun problème de santé n'est signalé. Moins de 20 % des restauratrices déclarent avoir rencontré des problèmes au cours de leur(s) grossesse(s).

### Examens paracliniques effectués au cours des douze mois précédant l'enquête

Seulement la moitié des restaurateurs ayant répondu au questionnaire ont bénéficié d'une prise de sang dans les douze mois précédant l'enquête : 88,5 % de ces résultats étaient normaux. Deux anomalies ont été citées : l'une n'était pas connue du restaurateur, l'autre était une anémie (sans autre précision). Une étude publiée en 1996 a recherché des anomalies biologiques hématologiques et hépatiques auprès de 65 restaurateurs d'œuvres d'art (dont certains restaurateurs de tableaux) : aucune anomalie du bilan biologique hépatique n'a été mise en évidence ; en revanche, quelques anomalies hématologiques, sans autre étiologie identifiée que l'exposition professionnelle, à type d'atteinte de la lignée rouge (baisse des globules rouges dans près de la moitié des cas, baisse du taux d'hémoglobine et du taux d'hématocrite dans des proportions moindres), sans atteinte de la lignée blanche, ont été observées [21].

Moins de la moitié des sujets ont bénéficié d'un cliché radiographique dans cette même période, 77,8 % des résultats étaient normaux. Là encore, certaines anomalies étaient en rapport avec une pathologie infectieuse (1 pneumonie, 1 pneumopathie), d'autres concernaient des explorations systématiques (1 mammographie (normale)) ou dans le cadre d'un bilan : une hystérogographie dans la cadre d'un bilan pré-FIV (fécondation in vitro) et une radiographie thoracique demandée pour sarcoïdose (adénopathies médiastinales).

### Symptômes

Symptômes	Absents		Présents	
Dermatologiques	36	73,5%	13	26,5%
Pulmonaires	39	79,6%	10	20,4%
ORL	38	77,6%	11	22,4%
Neurologiques	27	55,1%	22	44,9%
Rhumatologiques	34	69,4%	15	30,6%
Digestifs	38	77,6%	11	22,4%

### Récapitulatifs des effets sur la reproduction

Symptômes	Absents		Présents	
Stérilité, infécondité	29	82,9%	6	17,1%
Troubles des règles	24	85,7%	4	14,3%
Fausses-couches	18	75%	6	25%
Problèmes durant la grossesse	19	82,6%	4	17,4%

TABLEAU VI

TABLEAU VII



## Réponses aux questions ouvertes

### Phases les plus polluantes et/ou les plus pénibles

Les réponses des restaurateurs sont multiples. Ils ne citent pourtant qu'un nombre restreint de phases polluantes, qui semblent donc bien identifiées par les restaurateurs de tableaux. Par ordre de fréquence, il s'agit de :

→ vernissage (cité 19 fois), sans précision sur la méthode de vernissage employée, mais la pulvérisation ou l'application au pinceau large de vernis ou de consolidant (Paraloid B72®) sont citées à deux reprises ;

→ nettoyage de tableaux de surface importante (17 fois), phase qui nécessite l'emploi de solvants en grandes quantités ;

→ allègement des vernis et des repeints (11 fois), tâche qui comprend également l'utilisation de solvants nombreux et/ou en grandes quantités.

Les autres phases polluantes, citées une ou deux fois, concernent la restauration du support-toile : doublage des toiles et réactivation des adhésifs au toluène, imprégnation, dépoussiérage des revers de tableaux et dégagement de poussière de céruse (l'enduit à base de céruse peut être présent dans la préparation, couche située entre la couche picturale et la toile de certains tableaux anciens).

### Autres produits utilisés

Le diméthylformamide (DMF) et le Diluente-Nitro® sont cités, même si ce dernier est difficile à classer puisque sa composition n'a pu être obtenue. Il correspond à un mélange de solvants (toluène en particulier ?).

Pour l'abandon de produits ou de méthodes de travail, les réponses fournies sont très variées. Certains restaurateurs ont mentionné leurs difficultés à remplacer certains solvants par d'autres moins dangereux mais également souvent moins efficaces... Les restaurateurs ont d'ailleurs davantage cité le terme « (produit) évité » que « (produit) remplacé ».

### Commentaires

Quelques restaurateurs ont formulé des remarques sur le sujet abordé par l'étude ou sur des problèmes précis soulevés par le questionnaire.

Deux restaurateurs signalent que les conditions de travail dans l'atelier de restauration de peinture à Versailles ne sont pas représentatives. Un autre que la spécialité de chaque participant aurait dû être demandée.

L'importance du stockage des solvants sur le lieu de travail a été mentionnée, ainsi que le conditionnement de ces produits et l'élimination des déchets. La possibilité de cloisonner l'atelier en créant une cabine de vernissage a été évoquée.

Le problème du tabagisme sur les lieux de travail a été rappelé. Le tabagisme représente notamment un risque d'incendie et d'explosion compte tenu des pro-

duits stockés au poste de travail. La cigarette représente un vecteur d'intoxication [22], les restaurateurs travaillent pour la plupart sans gants et sont donc en contact direct au niveau des mains avec les solvants.

Un restaurateur a souligné que, dans la mesure où aucune surveillance des restaurateurs de tableaux n'est organisée, un « bilan de santé périodique » serait nécessaire.

Plusieurs restauratrices signalent qu'elles n'ont manipulé, de leur propre chef, aucun produit (solvant) pendant leur grossesse. Une autre restauratrice attribue la fausse-couche qu'elle a subie à l'utilisation du DMF sans masque. De façon globale, en effet, la plupart des études épidémiologiques retrouvent une multiplication, par un facteur 2 à 4, du risque relatif de fausse-couche chez les femmes enceintes exposées, mais les facteurs confondants sont particulièrement nombreux. Ces études mettent également en évidence une réduction de la fertilité (retard à la conception), qui pourrait être en relation avec des avortements spontanés précoces, ou une altération endocrinienne. Le DMF fait partie des produits incriminés, ainsi que le toluène, les xylènes, le chlorure de méthylène ou dichlorométhane, le trichloroéthylène, les éthers de glycol à chaîne courte... [12].

Deux restaurateurs ont encore signalé l'existence d'autres risques professionnels que le risque chimique : charge mentale, postures.

## ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES RECUEILLIES, INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Des tests statistiques ont été appliqués aux données concernant les expositions des restaurateurs de l'enquête et celles concernant les symptômes dont ils s'étaient plaint, à la recherche d'une association de type symptôme-exposition. Les informations médicales utilisées ne comprenaient que les symptômes et non les anomalies d'éventuels examens paracliniques, peu exploitables en raison de leur petit nombre et de leur manque de précision. Plusieurs relations statistiquement significatives ont été mises en évidence. Les résultats sont présentés dans le **tableau VIII**. Le risque relatif affiché est calculé. L'intervalle de confiance est calculé selon la méthode de Greenland et Robins.

Tous les résultats présentés sont à prendre en compte avec prudence du fait de la faible taille de l'échantillon. Il semble, toutefois, possible de considérer quelques-unes des relations observées. Il existe une association de type maladie-exposition, bien décrite dans la littérature, avec le risque relatif le plus élevé des risques calculés, entre résines, cétones et alcools et les « symptômes neurologiques ». Il n'a tou-

## Statistiques

TABLEAU VIII

	Risques relatif (calculé)	Intervalle de confiance (Méthode de Greenland et Robins)	Produits
<b>Troubles antérieurs</b>	1,91	1,44 ; 2,54	Résines
	1,91	1,44 ; 2,54	Cétones
	1,91	1,44 ; 2,54	Alcools
<b>Troubles actuels</b>	3,20	2,10 ; 4,87	Résines
	3,20	2,10 ; 4,87	Cétones
	3,20	2,10 ; 4,87	Alcools
<b>Troubles neurologiques</b>	1,85	1,42 ; 2,39	Résines
	1,85	1,42 ; 2,39	Cétones
	1,85	1,42 ; 2,39	Alcools
<b>Troubles rhumatologiques</b>	1,45	1,20 ; 1,76	Résines
	1,45	1,20 ; 1,76	Cétones
	1,45	1,20 ; 1,76	Alcools
<b>Troubles dermatologiques</b>	1,44	1,08 ; 1,91	Peintures
	1,39	1,16 ; 1,67	Vernis
	1,41	1,17 ; 1,69	Ammoniaque
	1,37	1,15 ; 1,63	Résines
	1,37	1,15 ; 1,63	Cétones
	1,37	1,15 ; 1,63	Alcools
<b>Fausses-couches</b>	1,35	1,06 ; 1,72	Vernis
	1,35	1,06 ; 1,72	Résines
	1,35	1,06 ; 1,72	Cétones
	1,35	1,06 ; 1,72	Alcools
	1,40	1,07 ; 1,83	Colles
	1,43	1,07 ; 1,90	Esters
<b>Troubles digestifs</b>	1,30	1,11 ; 1,51	Résines
	1,30	1,11 ; 1,51	Cétones
	1,30	1,11 ; 1,51	Alcools
	1,31	1,11 ; 1,53	Dérivés pétroliers
<b>Troubles ORL</b>	1,31	1,12 ; 1,55	Vernis
	1,30	1,11 ; 1,51	Résines
	1,30	1,11 ; 1,51	Cétones
	1,30	1,11 ; 1,51	Alcools
<b>Troubles pulmonaires</b>	1,26	1,09 ; 1,46	Cétones
	1,26	1,09 ; 1,46	Alcools
<b>Infécondité, stérilité</b>	1,21	1,04 ; 1,42	Vernis
	1,21	1,04 ; 1,42	Résines
	1,21	1,04 ; 1,45	Colles
<b>Troubles dermatologiques</b>	0,73	0,61 ; 0,87	Métaux
<b>Troubles digestifs</b>	0,71	0,58 ; 0,87	Bois
<b>Troubles rhumatologiques</b>	0,69	0,51 ; 0,94	Bois
	0,69	0,57 ; 0,83	Métaux

tefois pas été possible d'évaluer plus précisément l'état de santé des restaurateurs, sur le plan neurologique dans le cas présent, en raison du mode de recueil des informations (auto-questionnaire). De même, il n'a pas été possible de réaliser de tests psychométriques, qui auraient permis une évaluation plus fine des fonctions cognitives [23, 24, 25]. L'association « symptômes » et résines, cétones et alcools a fréquemment été constatée. En effet, la plupart des restaurateurs ayant participé à l'enquête travaillent en

restauration de la couche picturale, où les solvants sont le plus largement manipulés (par rapport aux deux autres spécialités de la restauration de tableaux), et, plus particulièrement, les cétones et les alcools. D'autres associations maladie-exposition ont été observées : l'exposition aux peintures et la survenue de troubles dermatologiques, par exemple. Il s'avère cependant nécessaire d'éprouver cette apparente relation causale en tenant compte des possibles facteurs de confusion et d'interaction.

---

## FACTEURS DE CONFUSION

L'observation des méthodes de travail des restaurateurs de tableaux, et notamment, de ceux qui restaurent la couche picturale, témoigne d'un grand nombre de co-expositions : ces multiples expositions, même si elles ne sont pas concomitantes au sens strict, se succèdent néanmoins souvent rapidement (plusieurs phases de la restauration de la couche picturale d'un petit tableau peuvent s'effectuer en quelques heures). Il n'est pas rare non plus que plusieurs restaurateurs travaillent en même temps dans un atelier et que, bien qu'indirecte, l'exposition soit ainsi collective.

En ce qui concerne les troubles rhumatologiques et les résines, cétones et alcools, les gestes et postures que les restaurateurs mettent en œuvre, représentent vraisemblablement un facteur de confusion notable.

---

## FACTEURS D'INTERACTION

Friis et coll. ont également décrit les facteurs d'interaction que pouvaient représenter les pathologies associées, l'alcoolisme, la prise au long cours de médicaments, la perte d'emploi, dans un contexte d'exposition aux solvants organiques [22]. En d'autres termes, l'utilisation de la peinture, dans l'exemple cité ci-dessus, n'est pas la seule cause possible des troubles dermatologiques dont se plaignent les restaurateurs et n'en est peut-être même pas responsable, ce d'autant que la valeur du risque relatif calculé est proche de 1. L'autre point qu'il convient d'envisager afin d'éventuellement retenir le rôle étiologique des peintures dans cet exemple comporte les données bibliographiques relatives à cette association [22, 26, 27, 28, 29].

Inversement, il semblerait que la présence du facteur de risque « exposition au bois et/ou aux métaux » soit associée à une fréquence diminuée de certains symptômes (dermatologiques, digestifs et rhumatologiques). Cette apparente protection des restaurateurs du support-bois tient au fait qu'ils ne manipulent que très peu de produits chimiques, uniquement lors de la phase de traitement du bois. En ce qui concerne les troubles rhumatologiques, l'association observée n'est pas actuellement décrite dans la littérature médicale. Il n'existe aucune explication à cet éventuel rôle « protecteur » du travail du bois et du métal vis à vis des troubles rhumatologiques.

Beaucoup d'autres associations sont possibles, pour lesquelles les analyses n'ont pas mis en évidence de relation statistiquement significative. Il est toutefois impossible de conclure que certaines relations entre symptômes et expositions, par ailleurs bien documentées dans la littérature médicale, n'existent pas,

même si celles-ci n'ont pu être confirmées par l'étude [30, 12]. Le faible effectif de l'étude, autrement dit le manque de puissance de l'enquête, permet d'expliquer, en grande partie, pourquoi de telles associations n'ont pu être constatées après analyse statistique. Il convient également de prendre en compte d'autres éléments d'explication tels que le type de l'exposition lui-même. En effet, l'exposition telle qu'elle est décrite à travers les réponses au questionnaire, manque de précisions. Les réponses des restaurateurs permettent de connaître le type de produit, les conditions d'utilisation mais ne renseignent pas sur les modalités d'exposition : aiguë ou non, répétée ou non ? Les résultats des prélèvements atmosphériques précédemment décrits semblent indiquer que les expositions aux solvants des restaurateurs sont plutôt brèves et répétées, donc aiguës ou subaiguës, mais très faibles.

---

## LES BIAIS

Enfin, il convient encore de considérer les trois types de biais, ou erreurs systématiques, qui peuvent affecter la validité des études en épidémiologie des risques professionnels.

### Biais de sélection

Les sujets effectivement inclus dans l'étude n'ont pas été véritablement sélectionnés par les enquêteurs puisque l'ensemble des questionnaires envoyés correspond à la liste des coordonnées de restaurateurs transmises par deux associations de restaurateurs d'œuvres d'art. Quant au biais de sélection connu sous le nom de « healthy worker effect », il est, bien sûr, à prendre en compte. En effet, les destinataires des questionnaires adhèrent à une association de restaurateurs et sont donc supposés être en activité. Il est ainsi probable que ceux qui ont cessé toute activité en raison de pathologie(s) d'origine professionnelle, n'ont pas été inclus dans l'étude. Inversement, il est possible que certains restaurateurs aient vu dans la possibilité qui leur était offerte de répondre au questionnaire un moyen de s'exprimer au sujet de problèmes auxquels ils sont confrontés, notamment dans le domaine de la santé au travail.

### Biais de classement

Il résulte d'erreurs de classement portant sur la maladie ou l'exposition [31]. Or, tous les sujets de l'étude ont reçu le même questionnaire. Les enquêteurs ne sont pas intervenus pour classer les restaurateurs dans



la catégorie « malades » ou « non malades » ; cette classification a été effectuée par les restaurateurs eux-mêmes (auto-questionnaire). Concernant l'exposition, la seule intervention des enquêteurs se résume à la stratification des données recueillies.

## SYNTHÈSE DE L'ENQUÊTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

La population de restaurateurs de tableaux ayant participé à l'étude apparaît majoritairement féminine, jeune et stable sur le plan professionnel, puisque l'ancienneté moyenne calculée est de 11 ans. Ces restaurateurs travaillent essentiellement dans des ateliers de restauration, à domicile ou à l'extérieur dans des ateliers privés (seul ou en groupe) ou des ateliers de restauration de musées (exemples : C2RMF à Versailles, atelier du Petit Bourbon au Louvre... ). L'activité de restauration sur des chantiers est plus rare et vient plutôt compléter une activité principale en atelier. Les produits utilisés sont principalement représentés par les solvants, dont certaines classes sont moins utilisées que d'autres (éthers de glycol, en particulier), en quantités relativement peu importantes puisque deux tiers des restaurateurs déclarent utiliser moins de 4 litres par mois. Les restaurateurs semblent actuellement bien informés des risques des différents produits manipulés, et ce, dès leur formation. Les restaurateurs de tableaux de l'étude disposent essentiellement d'équipements de protection individuelle comme moyens de prévention, mais les emploient de façon relativement irrégulière. Sur le plan médical, les symptômes rapportés sont très variés mais majoritairement d'ordre neurologique, ce qui est bien corrélé au type de produits les plus manipulés (solvants). Très peu d'effets sur la reproduction ont été mis en évidence et, notamment, aucun effet tératogène. Enfin, après analyse statistique des informations médicales recueillies, quelques associations significatives de type maladie-exposition ont été observées. Toutefois, le petit effectif de l'échantillon entraîne un manque de puissance de l'étude.

## Conclusion

L'étude de poste effectuée au sein des ateliers de restauration de la filière peinture au C2RMF à Versailles a identifié les expositions auxquelles étaient soumises les restaurateurs de tableaux, selon leur spécialité, restauration du support-toile, du support-bois, de couche picturale, en procédant à l'inventaire des

produits manipulés et de leurs quantités, en détaillant les techniques de travail, la configuration des locaux de travail et les différents dispositifs de prévention existants. Des mesures métrologiques ont été réalisées dans un second temps, par préleveurs passifs par diffusion. L'étude préliminaire laissait en effet présager des expositions par pics, donc subaiguës voire aiguës. Or, même les badges portés pendant les phases considérées par les restaurateurs de la couche picturale comme les plus dangereuses, ont montré des valeurs très faibles de concentrations de polluants atmosphériques (solvants organiques). En revanche, une pollution de fond par du toluène et d'autres hydrocarbures dans l'atelier de restauration de la couche picturale, et probablement dans les autres ateliers, a été mise en évidence.

L'enquête épidémiologique réalisée auprès d'un échantillon de 49 restaurateurs de tableaux, ce qui correspond à un taux de réponse de 38,9 %, a permis de décrire les caractéristiques socio-professionnelles de cette population, leurs conditions de travail ainsi que les problèmes de santé auxquels ils étaient confrontés. L'analyse statistique secondairement effectuée sur les informations médicales a montré des associations significatives de type maladie-exposition. Le petit effectif de l'étude entraîne toutefois un manque de puissance dans l'enquête.

Il serait indispensable de compléter cette première quantification de l'exposition professionnelle des restaurateurs de tableaux par une biométrie, qui permettrait de tenir compte des autres voies de pénétration des solvants organiques, percutanée notamment, et d'évaluer ainsi l'exposition réelle des restaurateurs.

Même si, en raison d'une exposition quantitativement très faible, les risques professionnels encourus par les restaurateurs de tableaux sont modérés et non comparables à des expositions de type industrielles, ils ne doivent pas pour autant être négligés par des restaurateurs, parfois tentés de les minimiser, au profit de leur art.

## Bibliographie

- [1] PANUSH R.B., CALDWELL J.R., PANUSH R.S. – Corot's gout and a gipsy girl. *The Journal of the American Medical Association*, 1990, **264** (9), pp. 1136-1138.
- [2] PEDERSEN L.M., PERMIN H. – Rheumatic disease, heavy-metal pigments, and the Great Masters. *The Lancet*, 1988, **1** (8597), pp. 1267-1269.
- [3] Peintres : rhumatismes et pigments. *Médecine des arts*, 1992, **2**, pp. 27-28.
- [4] KAHN M.F. – Peinture et polyarthrite rhumatoïde. *La revue du praticien*, 1989, **39** (21), pp. 1884-1885.
- [5] ARNOLD W.N. – Vincent van Gogh and the thujone connection. *The Journal of the American Medical Association*, 1988, **260** (20), pp. 3042-3044.
- [6] LEGOUX V., MERTENS J., SICRE J.C. – Conservateurs-restaurateurs de la F.F.C.R. : bilan de l'enquête et réflexions. *Le Bulletin de la F.F.C.R.*, 1997, **2**, pp. 7-15.
- [7] LORRIOT J., ARCIER A.F., BOSSI P. – Arts plastiques et risques professionnels. *Médecine des arts*, 1997, **20**, pp. 22-26.
- [8] BERGEAUD C., HULOT J.F., ROCHE A. – La dégradation des peintures sur toile. Méthodes d'examen des altérations. Paris, Les éditions de l'École nationale du patrimoine, Coll. Les précis, 1997, 126 p.
- [9] DELCOURT J., GUENIER J.P., MULLER J. – Echantillonnage des polluants gazeux. Le badge INRS. 1- Description. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 1989, **137**, ND 1752, pp. 587-593.
- [10] DELCOURT J., GUENIER J.P., MULLER J. – Echantillonnage des polluants gazeux. Le badge INRS. 2- Dispositif expérimental de validation. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 1990, **138**, ND 1762, pp. 23-30.
- [11] DELCOURT J., GUENIER J.P., MULLER J. – Echantillonnage des polluants gazeux. Le badge INRS. 3- Validation en laboratoire et paramètres de fonctionnement. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 1992, **146**, ND 1871, pp. 51-62.
- [12] TESTUD F. – Pathologie toxique en milieu de travail. 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée. Paris, Editions ESKA, 1998, 447 p.
- [13] HERVÉ-BAZIN B. – Guide d'évaluation de l'exposition au risque toxique sur les lieux de travail par échantillonnage de l'atmosphère. *Cahiers de Notes Documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail*, 1989, **135**, ND 1730, pp. 265-288.
- [14] La surveillance des atmosphères de travail. Transparences 27. Paris, ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle, Direction des relations du travail, Bureau CT4, 1990, 20 p.
- [15] MAITRE A., STOKLOV M. – Places et limites des prélèvements atmosphériques et des indicateurs biologiques d'exposition. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-001-B-10. Paris, Editions scientifiques et médicales Elsevier, 1999, 8 p.
- [16] TOMEI F., BACCOLO T.P., PAPALEO B., BIAGI M ET COLL. – Effects of low-dose solvents on the blood of art restorers. *Journal of Occupational Health*, 1996, **38** (4), pp. 190-195.
- [17] MANNINO D.M., SCHREIBER J., ALDOUS K., ASHLEY D. ET COLL. – Human exposure to volatile organic compounds: a comparison of organic vapor monitoring badge levels with blood levels. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1995, **67** (1), pp. 59-64.
- [18] PILLIÈRE F., CONSO F. – Biotox. Inventaire des laboratoires effectuant des dosages biologiques de toxiques industriels. Guide toxicologique pour les médecins du travail. Troisième édition, mise à jour juin 2002. Edition INRS, ED 791, 2002, 199 p.
- [19] FRIIS L., NORBÄCK D., EDLING D. – Occurrence of neuropsychiatric symptoms at low levels of occupational exposure to organic solvents and relationships to health, lifestyle, and stress. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 1997, **3** (3), pp. 184-189.
- [20] LE BACLE C., LAUZIER F., LEPRINCE A. MASSIN N. ET COLL. – 25<sup>e</sup> congrès de la Commission internationale de la santé au travail (CIST). *Documents pour le Médecin du Travail*, 1997, TD 80, **69**, pp. 71-81.
- [21] PRISTAS R. – Passive badges for compliance monitoring internationally. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1994, **55** (9), pp. 841-844.
- [22] ARCIER A.F. – Affections de la main et du membre supérieur chez l'artiste plasticien – 1. *Médecine des arts*, 1998, **23**, pp. 22-31.
- [23] GAMBERALE F. – Use of behavioral performance tests in the assessment of solvent toxicity. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1985, **11** (suppl.1), pp. 65-74.
- [24] LASFARGUES G. – Mode de recueil des effets sur la santé en épidémiologie des risques professionnels. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie-Pathologie professionnelle 16-890-A-10. Paris, Editions scientifiques et médicales Elsevier, 1999, 7 p.
- [25] Solvent exposure of house painters. Seventh international symposium on neuro-behavioral methods and effects in occupational and environmental health. National Institute for Working Life in collaboration with ICOH. Sweden, Stockholm, 20-23 June 1999.
- [26] ARCIER A.F. – Affections de la main et du membre supérieur chez l'artiste plasticien – 2. *Médecine des arts*, 1998, **26**, pp. 29-32.
- [27] BABIN A. – Matériaux pour la peinture et le dessin : risques et précautions d'utilisation. *Médecine des arts*, 1994, **10**, pp. 28-34.
- [28] CRÉPY M.N., CONSO F. – Sclérodémie et facteurs professionnels (ou environnementaux). *Archives des Maladies Professionnelles*, 1994, **55** (2), pp. 111-118.
- [29] FORESTIÉ-AUTER A.F., GODEAU P., FRANCESCHINI P. CONSO F. – Dermatomyosite et exposition professionnelle aux solvants. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1997, **58** (5), pp. 460-463.
- [30] LAUWERYS R.R. – Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 4<sup>e</sup> édition. Paris, Editions Masson, 1999, 961 p.
- [31] LUCE D. – Biais et facteurs de confusion en épidémiologie des risques professionnels. Encyclopédie médico-chirurgicale. Toxicologie, Pathologie professionnelle 16-885-A-10. Paris, Editions scientifiques et médicales Elsevier, 1999, 4 p.
- [32] PEREZ-REVERTE A. – Le tableau de maître flamand. Paris, Editions J.C. Lattés, Collection « suspense et cie », 305 p.