

→ *P. Poirot, I. Subra, V. Baudin,
M. Héry, D. Chouanière, R. Vincent,
Département Ingénierie
des procédés, INRS, Centre de
Lorraine, Nancy*

Détermination du profil d'exposition à moyen terme de peintres en bâtiment

→ P. Poirot, I. Subra, V. Baudin,
M. Héry, D. Chouanière, R. Vincent,
Département Ingénierie
des procédés, INRS, Centre de
Lorraine, Nancy

Détermination du profil d'exposition à moyen terme de peintres en bâtiment

MEDIUM-TERM SOLVENT EXPOSURE PROFILE OF PAINTERS IN THE CONSTRUCTION TRADE

This article describes the exposure of painters to solvents in 13 occupational situations, defined mainly in terms of the products used. A total of 187 personal atmospheric samplings were made on different work sites to evaluate painters' exposure over half a work shift. The painters' exposure profile was determined at the same time using a direct-reading portable photoioniser (Photovac 2020) reacting to volatile organic compounds, and exposure peaks were found and quantified. On the whole, the long-term reference limits (time-weighted averages) are not exceeded except as concerns the use of dichloromethane stripping agent. The Photovac instrument was useful in showing that exposure varies greatly during the work, and may range beyond the OEL-based exposure indices, especially when polyurethane and epoxy paints are used.

● painters ● construction trade
● solvents ● occupational exposure
● measurement ● paint remover

Cet article décrit l'exposition de peintres en bâtiment aux solvants dans 13 situations de travail, définies surtout en fonction des produits utilisés. Un total de 187 prélèvements atmosphériques individuels a été réalisé sur différents chantiers, pour évaluer l'exposition des peintres sur un demi-poste. En parallèle, l'utilisation d'un photoionisateur portable à lecture directe (Photovac® 2020) réagissant aux composés organiques volatils, a permis de déterminer le profil d'exposition des peintres, de mettre en évidence et de quantifier des pics d'exposition. Dans l'ensemble, les valeurs limites de référence de longue durée (VME) sont respectées, sauf en ce qui concerne l'utilisation de décapant (dichlorométhane). En revanche, l'apport du Photovac® montre que l'exposition est très variable durant la période de travail et qu'elle peut être supérieure à l'indice d'exposition basé sur les VLE, notamment lors de l'utilisation de peintures polyuréthanes ou époxydiques.

● peintre ● exposition professionnelle ● mesure ● décapant ● peinture

Parmi les risques chimiques auxquels sont exposés les peintres en bâtiment, les solvants occupent de loin la première place. Cependant, malgré l'importance de l'effectif salarié dans cette branche d'activité (environ 100 000 salariés, source INSEE (1)) et le tonnage de peintures utilisées (environ 250-300 000 tonnes/an, source FIPEC (2)), les données concernant les expositions des peintres aux solvants sont peu nombreuses.

Contrairement aux peintres du secteur industriel qui interviennent dans des installations pérennes et sur des opérations stabilisées, l'activité des peintres en bâtiment est très variable.

Cette variabilité dans la profession, due essentiellement à la diversité des travaux,

aux différences de taille des chantiers et au fait que les peintres en bâtiment interviennent dans des lieux de travail toujours différents, explique sans doute que les expositions aux solvants soient moins décrites chez les peintres en bâtiment que chez ceux de l'industrie.

Les solvants sont présents dans les peintures, dans les diluants pour peintures et les produits de nettoyage appelés solvants de nettoyage. Les peintures utilisées dans le bâtiment peuvent être classées selon deux catégories [1] :

■ Les peintures dites à l'eau ou hydrodiluables occupent un segment de marché de plus en plus large.

Elles contiennent néanmoins des solvants, souvent à base d'alcools, certes en plus faible quantité que dans les peintures à solvants classiques mais susceptibles de dégager des vapeurs. Le principal risque associé à ces peintures est d'ordre cutané par contact.

(1) INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques, 75014 Paris.

(2) FIPEC : Fédération des industries des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs, 75008 Paris.

■ ■ Les peintures à base de solvants, dont l'utilisation reste majoritaire chez les professionnels, émettent bien évidemment des vapeurs plus ou moins toxiques au cours de l'application et du séchage. Les concentrations de solvants auxquelles les peintres peuvent être exposés dépendent des quantités de peinture mises en jeu, de leur mode d'application et, pour les travaux en intérieur, du volume de la pièce et de la ventilation. Parmi ces peintures, les plus connues parce que les plus utilisées, sont les peintures glycérophtaliques (à base de résines alkydes), dont le solvant principal est le white-spirit [2].

Bien que le risque chimique lié aux solvants de peintures soit connu, l'utilisation de peintures dans le bâtiment pose encore, en raison de la variabilité des situations de travail, des questions relatives aux concentrations des solvants sur les lieux de travaux et leurs comparaisons aux VME (valeurs limites de moyenne d'exposition) [2 à 5] ; mais elle soulève surtout des interrogations sur les expositions de courte durée ou pics d'exposition pouvant survenir (la littérature est très limitée sur le sujet en raison de difficulté d'échantillonnage et de mesurage sur de très courtes périodes), donc sur le respect des VLE (valeurs limites d'exposition à court terme) [6 - 8].

L'utilisation de détecteurs à photoionisation portables pouvant mesurer en continu les concentrations des solvants dans les atmosphères de travail a permis à l'INRS de mener une étude pour évaluer l'exposition des peintres aux solvants en stratifiant selon plusieurs paramètres :

- l'utilisation de différents types de peintures : à base de solvants ou à l'eau ;
- les modes d'applications des peintures ;
- les variations fines de l'exposition au cours de périodes d'un demi-poste de travail (« pics d'exposition »).

Cet article rend compte principalement des résultats des mesures d'expositions réalisées dans le cadre d'une étude menée à l'INRS en 1997 et 1998 et reprend également des résultats acquis antérieurement (1993) au cours d'une étude concernant l'exposition aux éthers de glycol (solvants entrant dans la composition de certaines peintures). L'ensemble des résultats doit permettre de construire une matrice tâche-exposition exploitée dans le cadre d'une étude épidémiologique portant sur les « effets neurotoxiques de l'exposition aux solvants chez les peintres » [9, 10].

1. Campagne de mesures 1997-1998

1.1. Méthodologie : description de la campagne

La campagne de mesures de l'exposition professionnelle aux solvants s'est déroulée pendant 26 jours non consécutifs sur 7 chantiers différents concernant 3 entreprises de peinture. Pour mener cette étude, une grande entreprise a accepté de coopérer avec l'INRS. L'activité de cette société couvre un large éventail de travaux susceptibles d'être réalisés par des peintres en bâtiment. De plus, la proximité de la plupart de ses chantiers (régions Lorraine et Bourgogne) a permis au laboratoire de pouvoir intervenir de façon ponctuelle et régulière, notamment sur deux chantiers importants. Ce sont au total 5 chantiers de peinture différents, traités par cette entreprise, qui ont fait l'objet de prélèvements atmosphériques.

Pour compléter les mesures dans d'autres situations de travail et avec l'aide du service Prévention des risques professionnels d'une caisse régionale d'assurance maladie, deux chantiers supplémentaires, gérés par d'autres entreprises, ont été suivis [11].

Cette étude a visé à échantillonner le plus grand nombre possible de situations de travail, en privilégiant toutefois les utilisations de peintures et produits à base de solvants par rapport aux peintures dites à l'eau. L'utilisation de ces dernières est croissante puisqu'elle arrive juste derrière celle des peintures glycérophtaliques. Il a été cependant difficile de suivre certains types de travaux (comme l'utilisation de colle néoprène ou la vitrification d'un parquet), en raison de leur caractère épisodique et de leur brièveté. Cela a conduit inévitablement à des descriptions de situations de travail regroupant des nombres d'échantillons très inégaux.

Des informations supplémentaires telles que la quantité de peinture utilisée, la surface peinte et la présence d'une ventilation, ont été saisies quand cela était possible.

En raison de divers facteurs, notamment liés à la variabilité de la composition de l'équipe de peintres durant une journée, à la succession de tâches différentes au cours d'une même journée de travail et à la pénibilité de certaines tâches accrue par le port des systèmes de mesures, il a été

décidé de mesurer l'exposition individuelle aux solvants sur un demi-poste.

La durée moyenne des prélèvements est de 3 heures.

Au cours de cette campagne, on a relevé l'utilisation de 18 produits différents dont certains ont été prélevés pour analyses au laboratoire, les autres formulations étant fournies par les fabricants. Les produits se répartissent de la façon suivante :

● peintures à l'eau	3
● peintures et vernis glycérophtaliques	3
● peinture hydrosoluble	1
● peinture primaire	1
● peintures spéciales pour sol avec durcisseurs	2
● white-spirit, essence C et diluants divers	5
● vitrificateur	1
● colle à l'eau	1
● colle néoprène	1

1.2. Mesure de l'exposition des peintres aux solvants

Deux types de mesures ont été effectués pour déterminer l'exposition des salariés.

1.2.1. Mesure de l'exposition intégrée sur un demi-poste et analyse des tubes de prélèvement

Pour mesurer la concentration des polluants, les peintres ont été équipés d'un système de prélèvement individuel placé à proximité des voies respiratoires et composé, d'une pompe de prélèvement (modèle Gillian® LFS 113) à débit réglé à 100 cm³/min et d'un tube de piégeage constitué de 2 plages (100 et 50 mg) de charbon actif (SKC® 226-O6), adapté à l'échantillonnage des solvants de peinture, ou d'un tube Orbo® 90 à deux plages de tamis moléculaire (160 et 80 mg) servant à piéger les solvants chlorés (réf. 2-0358 Supelco®) [12].

Ces prélèvements ont été effectués en référence aux VME des solvants.

Après désorption dans 1 ml de sulfure de carbone (Fluka®, réf. 84710), le charbon actif a été analysé par chromatographie en phase gazeuse (CPG) en mode d'étalonnage externe avec colonne semi-capillaire et détecteur à ionisation de flamme :

- chromatographe Hewlett-Packard®, 5890 équipé d'un passeur automatique,
- colonne Supelco® SPB-1 ; L = 60 M, diamètre interne = 0,75 mm.

1.2.2. Poste de travail : mesure des variations de l'exposition

Pour mettre en évidence la variation des niveaux d'exposition pendant le poste de travail (« pic d'exposition »), un appareil de mesure à lecture directe équipé d'un détecteur à photo-ionisation (PID) (Photovac® 2020) a été utilisé en parallèle du prélèvement classique pendant la même durée. Le principe du Photovac® est basé sur la photo-ionisation de tous les gaz ou vapeurs ayant un potentiel d'ionisation inférieur à celui de la lampe de 10,6 électronvolt équipant l'appareil. Il réagit donc avec la plupart des composés organiques volatils ⁽³⁾, avec cependant des coefficients de réponse variant dans un rapport de 1 à 20, suivant la structure de la chaîne carbonée.

Cet appareil ne permet donc pas, dans le cas d'un mélange de polluants, d'analyser qualitativement et quantitativement chaque composé présent. Pour cette raison et compte tenu des limitations de ce type d'appareillage (la mesure du Photovac® même soigneusement étalonné n'a pas la précision ni la qualité technique de celle du prélèvement individuel), il est nécessaire d'effectuer en parallèle un prélèvement ambulatoire sur tube (tel que décrit au § 1.2.1) permettant de connaître l'exposition globale en référence à la VME.

Cet appareil à lecture directe est calibré au départ avec un gaz étalon, qui est de l'isobutylène à une concentration de 100 ppm. L'appareil, fixé à la ceinture du peintre avec la sonde de prélèvement à proximité des voies respiratoires, délivre une mesure en ppm-équivalent isobutylène toutes les minutes, correspondant au total de la plupart des polluants organiques présents dans l'atmosphère. Les données sont ensuite transférées vers un micro-ordinateur. Ceci permet de visualiser le profil de l'exposition du salarié pendant un demi-poste et de mettre en évidence les variations à court terme de l'exposition (« pics d'exposition »).

Une étude préalable a permis de montrer la linéarité de la réponse de cet appareil, y compris pour des mélanges complexes tels que le white-spirit.

⁽³⁾ Ces appareils, dont la lampe n'est pas adaptée à la mesure du dichlorométhane, n'ont pas été utilisés pour mesurer l'exposition au cours de l'utilisation de décapant contenant ce solvant.

⁽⁴⁾ Association paritaire d'action sociale, médecine du travail du bâtiment et des travaux publics de la région parisienne.

⁽⁵⁾ MAK : Maximale Arbeitsplatz Konzentration. TLV-TWA : Threshold Limit Value - Time-Weighted Average.

Des coefficients de détermination (r^2) très proches de 1 ont été trouvés pour les corrélations entre la mesure directe sur détecteur à photo-ionisation intégrée sur un demi-poste de travail et la mesure sur tube de charbon actif avec analyse par CPG conduite en parallèle [13].

La concentration moyenne des polluants étant connue et servant de référence, les concentrations pendant les pics de pollution ont été calculées et comparées aux VLE des solvants.

1.2.3. Mesure de pollution en ambiance

Des prélèvements à poste fixe réalisés avec un système identique à celui décrit au § 1.2.1 ont permis d'étudier la pollution ambiante au cours d'opérations de mise en peinture. Dans ce cas, le tube de prélèvement était placé à hauteur des voies respiratoires par rapport au sol. L'objectif principal de ces mesures était de permettre une comparaison par rapport aux prélèvements individuels et d'attirer l'attention du préleveur sur un éventuel incident survenu au cours de l'échantillonnage des prélèvements individuels.

2. Mesures effectuées par l'INRS en 1993

Dans le cadre d'une étude sur les risques liés à l'utilisation des éthers de glycol (solvants entrant dans la composition d'environ 10 % des peintures du secteur bâtiment avec une prépondérance pour les peintures dites à l'eau), l'INRS a mesuré l'exposition des peintres en bâtiment à ces solvants, mais aussi aux autres solvants présents dans les atmosphères de travail [14].

Cette campagne a été menée essentiellement en collaboration avec le Service de Médecine du travail de l'APAS ⁽⁴⁾. Les mesures ont été réalisées sur 11 chantiers dont 10 situés en région parisienne. Au cours de ces interventions, des fiches de postes précisant l'activité des peintres (travaux de peinture en intérieur ou extérieur, type de produits et mode d'application) et remplies par le médecin du travail ont permis d'intégrer ces données à celles de l'étude « peintres ».

Le système de prélèvement individuel équipant les peintres était identique à celui décrit au § 1.2.1. De même, les analyses des tubes de prélèvement ont été réalisées

avec le même appareillage et dans des conditions rigoureusement identiques.

Cette étude a permis de réaliser 62 prélèvements atmosphériques individuels de longue durée qui se répartissent dans 4 secteurs d'activité, avec une nette prépondérance pour les travaux en extérieur utilisant des peintures diluables à l'eau et les peintures glycérophtaliques appliquées en intérieur. Des mesurages ont été également réalisés au cours de l'utilisation de peinture à base de white-spirit en extérieur (n = 8) et au cours d'application de lasure au pistolet (n = 5), deux situations de travail qui n'ont pas été revues au cours de la campagne 1997-1998.

Remarque

Il n'y a pas eu pendant cette étude de 1993 de détermination de pics d'exposition.

3. Valeurs limites d'exposition

Les concentrations, mesurées sur les tubes de prélèvement échantillonnés sur un poste ou un demi-poste de travail, ont été comparées aux valeurs limites d'exposition françaises (VME), définies par le ministère du Travail, et aux valeurs américaines de l'ACGIH (TLV-TWA) et/ou aux valeurs allemandes de la commission MAK ⁽⁵⁾ quand il n'y avait ni valeur française, ni valeur américaine. Ces valeurs sont destinées à protéger les salariés des effets à terme [15, 16].

Les peintures étant constituées de mélanges de solvants, on a utilisé conventionnellement un indice d'exposition qui sert de comparaison aux valeurs limites. Cet indice d'exposition est égal à :

$$I_{exp} = C_1/VME_1 + C_2/VME_2 + \dots + C_n/VME_n$$

C_n et VME_n étant respectivement la concentration et la valeur limite du polluant n.

Si I_{exp} est supérieur à 1, la valeur limite est considérée comme dépassée. Calculé à partir de prélèvements à poste fixe, cet indice est appelé indice de pollution (I.pol).

Le ministère du Travail a également défini des valeurs limites d'exposition (VLE), dont le respect permet d'éviter les risques d'effets toxiques immédiats ou à court terme. Cette valeur est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes [15].

L'ACGIH ⁽⁶⁾, dont les valeurs servent de référence dans de nombreux pays, y compris en France en l'absence de valeurs françaises, propose deux types de VLE : la TLV-STEL (Threshold Limit Value - Short Term Exposure Limit) qui est une valeur moyenne pondérée sur 15 minutes et la TLV-C (Threshold Limit Value - Ceiling) qui est une valeur plafond instantanée ne devant pas être dépassée [16].

Pour comparer l'exposition des peintres aux VLE, un indice analogue à I_{exp} a été calculé à partir des concentrations mesurées durant le pic de pollution (la durée était comprise entre 1 et 15 minutes) rapportées aux VLE correspondantes. En ce qui concerne les substances dépourvues de VLE, une valeur égale à 1,5 fois la VME correspondante leur a été attribuée par analogie avec les VLE (des solvants) existantes.

En effet, comme on peut le constater sur le [tableau I](#), lorsqu'une VLE (ou une TLV-STEL) a été établie pour un composé, le rapport VLE/VME ou TLV-STEL/TLV-TWA est souvent compris entre 1,25 et 2 (le plus souvent autour de 1,5). Cet indice est désigné par I.cd (indice d'exposition de courte durée). Une valeur de cet indice supérieure à 1 est également synonyme de dépassement de la VLE.

Le tableau I indique pour l'ensemble des prélèvements effectués sur les différents chantiers tous les solvants identifiés et dosés, ainsi que leurs valeurs limites respectives.

4. Résultats et commentaires

Au total, 187 prélèvements individuels de longue durée à comparer à la VME et 45 prélèvements à poste fixe ont été réalisés. En outre, 43 profils d'exposition ont été enregistrés par les appareils à lecture directe avec détection par photo-ionisation, les pics d'exposition étant dans ce cas estimés par rapport à la VLE exprimée sous forme d'indice I.cd.

TABLEAU I

VALEURS LIMITES DES POLLUANTS DOSÉS (*) LIMIT VALUES FOR MEASURED POLLUTANTS

	France	Etats-Unis	Allemagne	France	Etats-Unis	
	VME mg/m ³	TLV-TWA mg/m ³	MAK mg/m ³	VLE mg/m ³	TLV-STEL mg/m ³	TLV-C mg/m ³
n-Hexane	170	176	180	-	-	-
Cyclohexane	1050	1030	1050	1300	-	-
Éthanol	1900	-	-	9500	-	-
Isopropanol	-	983	980	980	1230	-
Isobutanol	150	152	300	-	-	-
n-Butanol	-	-	300	150	-	152
Acétone	1800	1780	1200	-	2380	-
Méthylethylcétone (MEK)	600	590	590	-	885	-
Acétate d'éthyle	1400	1440	1400	-	-	-
Acétate de n-butyle	710	713 (95) ⁽¹⁾	950	940	950	-
2-Acétate de 1-méthoxypropanol	-	-	275	-	-	-
1-Éthoxy-2-propanol	(425) ⁽²⁾	-	-	-	-	-
Acétate d'éthylglycol	27	27	110	-	-	-
Butylglycol	120	121	100	-	-	-
Acétate de butylglycol	-	-	135	-	-	-
Butyldiglycol	-	-	100	-	-	-
Dichlorométhane	180	174	360	350	-	-
Trichloroéthylène	405	269	270	1080	-	-
Toluène	375	188	190	550	-	-
Essence C	500	890	-	-	-	-
Hydrocarbures C ₆ -C ₁₂ (tous confondus)	1000 ⁽³⁾	-	-	1500	-	-
White-spirit	-	525	-	-	-	-
Xylènes	435	434	440	650	651	-
Éthylbenzène	435	-	440	-	543	-
Hydrocarbures aromatiques vapeur C ₉ -C ₁₂	125	-	-	-	-	-

⁽⁶⁾ ACGIH : American conference of governmental industrial hygienists, Cincinnati, Ohio.

⁽¹⁾ : nouvelle valeur à l'étude proposée par l'ACGIH.
⁽²⁾ : établi par analogie avec le 1-méthoxy-2-propanol.
⁽³⁾ : « valeur d'objectifs » fixée à 500 mg/m³.

(*) Certaines valeurs admises au moment de l'étude ont évolué depuis (voir bibliographie [15, 16])

TABLEAU II

TRAVAIL DES PEINTRES, PRODUITS UTILISÉS ET SOLVANTS DOSÉS
PRODUCTS USED AND SOLVENTS MEASURED IN PAINTERS' WORK

Type de chantier	Type de peinture ou de produit	Code	Supports	Applications	Principaux solvants dosés
Intérieur	peinture à l'eau	A1	murs, plafonds	brosse, rouleau et pistolet quantité	solvants divers en faible
Extérieur	peinture à l'eau	A2	murs	rouleau	
Intérieur	travaux divers, enduit, ponçage	A3	divers		
Intérieur	peinture et vernis glycérophthaliques	B1	murs, plafonds, portes et huisseries	brosse et rouleau	white-spirit, essence C
Intérieur	lasure	B2	plafonds	pistolet et rouleau	white-spirit
Intérieur	peinture en émulsion	B3	murs	pistolet	hydrocarbures aliphatiques
Extérieur	peinture à base de white-spirit	B4	murs et supports métalliques	brosse et rouleau	white-spirit
Intérieur	peinture primaire	C1	portes galvanisées	rouleau	acétate de 1-méthoxy-2-propanol, hydrocarbures aromatiques en C ₉
Intérieur	peinture polyuréthane mono-composant	C2	sols en béton	rouleau	méthyléthylcétone, acétate de 1-méthoxy-2-propanol, hydrocarbures aromatiques en C ₈
Intérieur	peinture époxydique bi-composants	C3	sols en béton	rouleau	isopropanol, méthyléthylcétone, acétate de 1-méthoxy-2-propanol, hydrocarbures aromatiques en C ₉
Extérieur	décapant	D	murs	brosse et rouleau	dichlorométhane
Intérieur	colle néoprène	E	escalier en béton		acétate d'éthyle, cyclohexane, toluène, essence C
Intérieur	vitrificateur	F	parquet	rouleau	isopropanol, isobutanol

Les techniques de préparation et de mise en peinture qui ont été étudiées au cours de cette étude, ainsi que les principaux composés dosés, sont rassemblés dans le *tableau II*.

Les travaux des peintres ont été classés en 13 catégories, en fonction des peintures ou des produits utilisés et des types de chantiers en intérieur ou en extérieur.

Le *tableau III* synthétise les principales données d'exposition recueillies au cours de cette étude. Les paramètres sont les suivants :

■ ■ Pour les prélèvements individuels ambulatoires : le nombre de mesures effectuées (n), la moyenne arithmétique des indices d'expositions ainsi que l'étendue des mesures.

■ ■ Pour les expositions de courte durée : le nombre de profils d'exposition déterminés sur un demi-poste (n), le nombre de profils d'exposition comportant au moins un dépassement de la VLE (n) et la valeur

du plus fort pic d'exposition rencontré par type de peinture utilisée.

■ ■ Pour les prélèvements à poste fixe : la taille de l'échantillon, la moyenne arithmétique et l'étendue des mesures.

4.1. Peintures à l'eau et travaux divers (A1, A2, A3)

Exposition intégrée sur un demi-poste

L'ensemble des mesures effectuées sur plusieurs chantiers, pendant l'utilisation de produits à l'eau et quel que soit le mode d'application, montre que l'exposition aux solvants est faible dans tous les cas.

Les prélèvements réalisés en ambiance confirment ces résultats. L'exposition maximale de 0,17 est attribuée à la pollution (solvant de peinture polyuréthane) émanant d'une pièce voisine.

4.2. Peintures et vernis glycérophthaliques (B1)

Exposition intégrée sur un demi-poste

La gamme des concentrations mesurées lors de la mise en œuvre des peintures glycérophthaliques est très étendue. L'indice moyen d'exposition est de 0,20, pour 57 prélèvements.

On note une très bonne cohérence entre les résultats obtenus pour cette catégorie en 1993 (n = 26, I.exp = 0,20) et ceux obtenus récemment (n = 31, I.exp = 0,21).

Les résultats obtenus au cours de l'étude 1997-1998 sont classés eux-mêmes en 4 catégories, selon la peinture utilisée ou la surface peinte.

Le *tableau IV* permet de souligner l'importance des conditions d'utilisation : ce sont les peintures satinées mises en œuvre sur des surfaces importantes, le plus souvent dans des locaux insuffisamment ventilés (chantiers d'appartements), qui sont responsables des expositions les plus élevées. Un seul dépassement de la VME du white-spirit a été enregistré et confirmé par la mesure en ambiance. Dans l'ensemble, l'indice d'exposition établi à partir des VME est respecté.

Variations de l'exposition au cours du poste

Quinze profils d'exposition ont été déterminés avec les appareils à lecture directe. On note des variations importantes de l'exposition au white-spirit pendant l'application des peintures. Seuls deux peintres ont été exposés à des concentrations égales ou supérieures à 1 000 mg/m³ pendant une durée plus ou moins longue, ce qui peut se

traduire par des dépassements de VLE si on attribue au white-spirit une VLE de 790 mg/m³ soit 1,5 fois sa VME.

4.3. Application de lasure (B2)

Les concentrations mesurées en white-spirit ne sont pas négligeables.

L'indice moyen d'exposition de 0,61 peut s'expliquer par le mode d'application qui consiste en une pulvérisation par procédé « airless » sur des plafonds de grandes dimensions.

4.4. Peinture en émulsion (B3)

Il s'agissait d'une peinture dont le solvant principal était de l'eau, mais qui contenait néanmoins des hydrocarbures paraffiniques. L'application s'effectuait au pistolet via une cuve sous pression. L'ensemble du matériel était nettoyé au white-spirit.

(1) : Mesures effectuées pendant l'étude 1993 : pas de Photovac.
(2) : Expositions calculées sur la base des VME et VLE du white-spirit (les valeurs sont 2 fois plus faibles sur la base des hydrocarbures).
(3) : Pas de Photovac en raison de la nature du solvant.

TABLEAU III

EXPOSITION DES PEINTRES EN FONCTION DES PRODUITS UTILISÉS PAINTERS' EXPOSURE TO DIFFERENT PRODUCTS USED

Type de peinture ou de produit	Code	Exposition des peintres						Prélevements en ambiance		
		Indice d'exposition (I.exp)			Indice d'exp. de courte durée (I.cd)			Indice de pollution (I.pol)		
		n	étendue	moyenne	n	n (I.cd) ≥ 1	I.cd max	n	étendue	moyenne
Peintures à l'eau	A1	16	< 0,01 - 0,11	0,03				11	0,01 - 0,07	0,03
Peintures à l'eau (ext.)	A2	29	0,01 - 0,08	0,02						
Travaux divers, enduit, ponçage	A3	22	< 0,01 - 0,17	0,05				2	0,02 - 0,04	0,03
Peintures et vernis glycérophtaliques	B1	57	0,01 - 1,57	0,20	15	2	1,94	14	0,04 - 1,87	0,39
Lasure (1)	B2	5	0,55 - 0,66	0,61						
Peinture en émulsion (2)	B3	5	0,21 - 0,71	0,50	4	0	0,86	5	0,20 - 1,6	0,79
Peintures à base de white-spirit (1) (ext.)	B4	8	0,05 - 1,03	0,40						
Peinture primaire	C1	5	0,20 - 0,58	0,37	3	3	1,57	3	0,05 - 0,13	0,10
Peinture polyuréthane mono-composant	C2	10	0,19 - 0,67	0,47	8	5	2,53	4	0,25 - 0,35	0,30
Peinture époxydique bi-composants	C3	11	0,11 - 0,96	0,41	11	4	2,17	3	0,18 - 0,46	0,29
Décapant (3) (ext.)	D	17	0,47 - 4,66	1,39						
Colle néoprène	E	1	-	0,13	1	0	0,90	2	0,06 - 0,25	0,16
Vitrificateur	F	1	-	2,88	1	1	4,20	1	-	1,74
		Total = 187			Total = 43			Total = 45		

TABLEAU IV

PEINTURES GLYCÉROPTHALIQUES : EXPOSITION EN FONCTION DES SURFACES PEINTES
 GLYCEROPHTHALIC PAINTS: EXPOSURE TO DIFFERENT PAINTED SURFACES

Tâche effectuée	Produit utilisé	Nombre de mesures	Indice d'exposition : I.Exp	
			Etendue des valeurs	Moyenne
Peinture sur petites surfaces (huisseries, portes, etc.)	laque glycéropthalique	11	0,01 - 0,20	0,10
Vernissage de petites surfaces	vernis satiné	4	0,07 - 0,21	0,14
Peinture sur murs	peinture glycéropthalique satinée	9	0,26 - 1,57	0,51
Peinture sur plafonds	peinture glycéropthalique mate	7	0,01 - 0,19	0,09

Exposition intégrée sur un demi-poste

L'exposition du peintre pendant la pulvérisation de cette peinture dans les couloirs d'un bâtiment a varié de 0,20 à 0,70 en fonction de la ventilation naturelle des lieux. Cependant, les prélèvements à poste fixe montrent que la pollution peut être importante, un indice (I.exp) de 1,6 a été relevé dans un dégagement non ventilé.

Variations de l'exposition au cours du poste

L'utilisation en parallèle du Photovac® montre que le peintre n'a pas été soumis à des pics de pollution excessifs pendant son travail ; le pic le plus important a un indice de 0,86, soit moins de 700 mg/m³.

4.5. Peintures à base de white-spirit utilisées en extérieur (B4)

Les prélèvements réalisés montrent que l'utilisation d'une peinture en extérieur peut engendrer des expositions importantes pour les peintres, l'indice maximal d'exposition se situant à 1, pour une moyenne de 0,40.

4.6. Peinture primaire (C1)

Ce type de peinture à base de résine acrylique et de solvants composés d'éthers de glycol et d'hydrocarbures aromatiques, qu'on appelle également peinture d'accrochage, s'utilise surtout sur des métaux non ferreux, avant l'application d'une peinture de finition.

Exposition intégrée sur un demi-poste

L'exposition modérée des peintres pendant l'application au rouleau de cette peinture peut s'expliquer par le très grand volume dans lequel se diluaient les vapeurs de solvant. Les prélèvements réalisés en ambiance à proximité des salariés confirment ces résultats.

Variations de l'exposition au cours du poste

Des variations importantes de l'exposition des peintres ont été observées puisque, sur chaque contrôle effectué, les indices d'exposition de courte durée atteignent la valeur de 1,5.

4.7. Peintures polyuréthane et époxydique (C2 et C3)

Ces deux types de peintures, dont les phases solvants étaient assez proches, étaient utilisés pour peindre des sols en béton.

Exposition intégrée sur un demi-poste

Sur un ensemble de 21 prélèvements, la VME est respectée mais l'application de ces peintures sur sol peut exposer fortement les peintres. Par exemple, l'emploi de 70 kg de peinture époxydique sur 160 m² d'une pièce non ventilée s'est traduit par des indices d'exposition de 0,90 et 0,96 pour les deux peintres, alors que l'indice moyen était de 0,41.

L'application de peinture polyuréthane sur le sol d'un parc de stationnement ventilé entraîne globalement une exposition similaire pour les peintres (I.exp = 0,47), malgré les fortes quantités utilisées (250 kg sur 1 600 m²).

Variations de l'exposition au cours du poste

Les mesures effectuées au Photovac® montrent en revanche que ces expositions sont très variables au cours du temps en fonction des différentes phases de travail et que de forts dépassements de l'indice construit à partir des valeurs de VLE (I.cd) sont enregistrés sur des périodes allant de quelques minutes à quelques dizaines de minutes. Les figures 1 et 2 illustrent ces exemples.

Pour la peinture polyuréthane, sur 8 suivis de postes, 5 présentent des dépassements de l'indice. En ce qui concerne la peinture époxydique, 4 suivis de poste présentent des dépassements sur 11 contrôles.

4.8. Décapant

L'exposition des peintres durant l'activité de décapage est très élevée, puisque l'indice moyen d'exposition (I.exp) calculé sur 17 prélèvements s'élève à 1,40.

Le dichlorométhane était le composant majoritaire du décapant utilisé. Les quantités de décapant ainsi que la volatilité de ce solvant expliquent les concentrations importantes dans la zone de travail, pourtant située en extérieur.

On peut noter l'étendue très importante des mesures (0,47 - 4,66) correspondant au même travail et à des quantités de décapant identique.

4.9. Colle néoprène et vitrificateur

Ces deux activités n'ont été rencontrées qu'une seule fois et ont fait l'objet d'un seul prélèvement d'atmosphère chacune.

L'exposition du peintre utilisant de la colle néoprène pour coller un revêtement de sol sur escalier était faible (0,13), probablement en raison de la faible quantité utilisée, mais le suivi d'exposition de ce poste avec le Photovac®, a montré un pic d'exposition de 0,9 correspondant à la phase d'encollage.

L'activité de vitrification de parquet semble beaucoup plus polluante, puisque l'utilisation de 4,5 kg de produit sur 80 m² s'est traduite par un indice d'exposition de 2,88 pour le peintre, probablement en raison de la volatilité de l'alcool isobutylique et de sa VME assez faible.

5. Discussion

Tous les prélèvements effectués indiquent que l'exposition des peintres aux solvants organiques est très variable selon le travail effectué.

On peut constater dans la partie gauche du tableau III, consacrée aux indices d'exposition établis à partir des prélèvements de longue durée (I.exp), que le respect des valeurs limites, type VME ou TLV-TWA, est généralement bien assuré. Seules se distinguent les opérations de vitrification, où une forte exposition à l'isobutanol

Fig. 1. Exposition d'un peintre durant la mise en peinture d'un sol avec une peinture époxydique
Painter exposure while applying epoxy paint to a floor

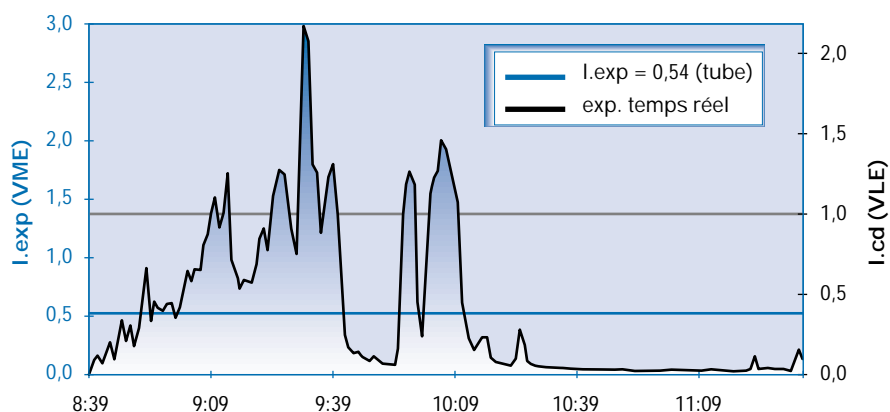
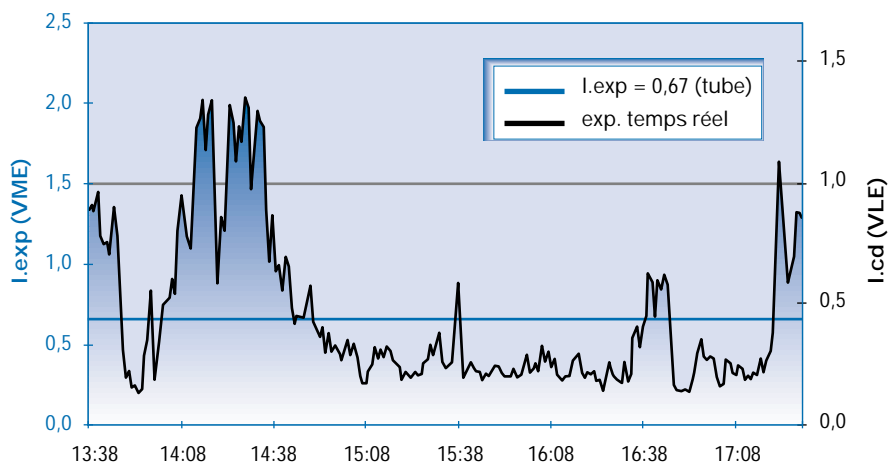


Fig. 2. Exposition d'un peintre utilisant une peinture polyuréthane pour sol
Painter exposure using polyurethane floor paint



est enregistrée (mais cette opération n'a été rencontrée qu'une fois au cours de l'étude) et des opérations de décapage de peinture en extérieur, où de nombreux dépassements de la valeur limite du dichlorométhane ont été mesurés. L'utilisation de peintures pour sol peut également générer de fortes expositions, surtout dans des locaux situés en sous-sol dépourvus de ventilation.

Les mesures effectuées à poste fixe et situées dans la partie droite du tableau III confirment dans l'ensemble les résultats des prélèvements individuels.

Les mesures effectuées au Photovac® montrent en revanche que ces expositions sont très variables au cours du temps en fonction des différentes phases de travail et que de forts dépassements de l'indice I.cd construit à partir des valeurs de VLE sont enregistrés sur des périodes allant de quelques minutes à quelques dizaines de minutes. On constate sur la partie centrale du tableau II que les dépassements de l'indice I.cd sont plus fréquents que ne le sont ceux de l'indice I.exp ; de plus ils apparaissent en particulier pour des opérations dont la seule étude des tubes échantillonnés sur le poste de travail permettrait de conclure à un respect des valeurs limites d'exposition. Par exemple, l'utilisation des peintures primaire, polyuréthane et époxydique constituent un ensemble dont les 26 indices d'exposition I.exp sont tous inférieurs à 1, alors que dans 12 cas, les peintres ont été pourtant soumis de façon plus ou moins prolongée à des concentrations probablement excessives. L'étude de ces effets « pics » constitue actuellement un axe de recherche important en neurotoxicologie.

CONCLUSION

Cette étude, menée sur plusieurs chantiers, fournit des informations supplémentaires sur ce qu'est l'exposition aux solvants des peintres en bâtiment. Les résultats confirment que l'exposition des peintres est faible en cas d'utilisation de peintures à l'eau. En ce qui concerne les peintures et produits à solvants, les résultats montrent que l'exposition des peintres sur un demi-poste est très variable et dépend essentiellement de la quantité de peinture utilisée, du mode d'application et de la ventilation pour les chantiers situés à l'intérieur.

Toutes les situations de travail n'ont pas pu être examinées au cours de cette étude, mais il est probable que certains procédés sont beaucoup plus polluants comme la pulvérisation par un système « airless » de peinture polyuréthane sur sol.

Cette étude a permis de montrer l'apport que représente l'utilisation des appareils à mesure directe par photo-ionisation dans la description des expositions, et en particulier dans leur comparaison aux valeurs limites de courte durée (VLE, TLV-STEL ou TLV-C).

Elle a donc apporté des connaissances sur les expositions de courte durée des peintres, en montrant notamment qu'ils étaient (ou pouvaient être) exposés à des pics de pollution plus ou moins importants, en intensité et en durée, suivant les produits utilisés.

Comme souvent sur des chantiers de bâtiment, lorsqu'il n'y a pas de ventilation ou que celle-ci ne fonctionne pas encore et en dehors des aérations naturelles, les mesures préventives envisageables contre l'exposition aux solvants passent par le port du masque antigaz pendant les opérations les plus polluantes.

BIBLIOGRAPHIE

- HURE P. - Application des peintures et vernis à l'intérieur des bâtiments. *Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail*, 125, 1986, ND 1610 (mise à jour 2000), pp. 587-590.
- POIRIER A., GALATRY F., CREAU Y., REBUFFAUD J. - L'évaluation du niveau d'exposition aux solvants des peintres en bâtiment. Rouen, rapport de la CRAM Normandie, 1997.
- FORD D.P., SCHWARTZ B.S., POWEL S., NELSON T., KELLER L., SIDES S., AGNEW J., BOLLA K., NLECKER M.M. - A quantitative approach to the characterization of cumulative and average solvent exposure in paint manufacturing plants. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1991, 52, pp. 226-234.
- TRIEBIG G., CLAUSS D., CSUZDA I. et coll. - Crosssectional epidemiological study on neurotoxicity of solvent in paints and lacquers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1998, 60, pp. 223-241.
- RIALA R., KALLIOKOSKY P., PYY L., WICSTROM G. - Solvent exposure in construction and maintenance painting. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1984, 10, pp. 263-266.
- KUMAGAI S., MATSUNUGA I. - Within-shift variability of short-term exposure to organic solvent in indoor workplaces. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1999, 60, pp. 16-21.
- KUMAGAI S., MATSUNUGA I. - Changes in the distribution of short-term exposure concentration with different averaging times. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1995, 56, pp. 24-31.
- KUMAGAI S., MATSUNUGA I., KAZUKA Y. - Autocorrelation of short-term and daily average exposure levels in workplaces. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1993, 54, pp. 341-350.
- CHOUANIERE D., WILD P., FONTANA J.M. et coll. - Follow-up of apprentice painters : neurotoxic effects of solvent exposure. *Présentation au 7th International Symposium on neurobehavioral methods and effects in occupational and environmental health. Stockholm, 20-23 juin 1999.*
- POIROT P., CHOUANIERE D. et coll. - Solvent exposure of housepainters : a task exposure matrix. *Neurotoxicology (à paraître).*
- POIROT P., SUBRA I., CHOUANIERE D. et coll. - Solvent exposure of house painters. *Poster présenté au 7th International Symposium on neurobehavioral methods and effects in occupational and environmental health. Stockholm, 1999, 20-23 juin 1999.*
- VINCENT R., POIROT P., SUBRA I. - Evaluation of two adsorbent tubes for monitoring methylene chloride in workplace air. *Occupational Hygiene*, 1994, 1, pp. 83-94.
- POIROT P., HERY M., SUBRA I., GERARDIN F. - Determination of short-time exposure with a direct reading photoionization air monitor. *Journal of Environmental Monitoring (à paraître).*
- VINCENT R., RIEGER B., SUBRA I., POIROT P. - Exposure assessment to glycol ethers by atmosphere and biological monitoring. *Occupational Hygiene*, 1996, 2, pp. 79-90.
- Valeurs limites d'exposition professionnelles aux agents chimiques en France. *Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail*, 1993, 153, pp. 557-574 (mise à jour : 1999, 174, ND 2698, pp. 59-77).
- Valeurs limites d'exposition professionnelles aux substances dangereuses de l'ACGIH aux Etats-Unis et de la Commission MAK en Allemagne. *Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail*, 163, 1996, pp. 197-227 (mise à jour : 1999, 176, ND 2114, pp. 59-90).

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14

Tiré à part des Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail, 2^e trimestre 2000, n° 179 - ND 2125 - 1 200 ex.
N° CPPAP 804 AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.-L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-0854-3