

GUIDE DE NETTOYAGE ET DE DÉCONTAMINATION DES LIEUX DE TRAVAIL OÙ IL Y A PRÉSENCE DE BÉRYLLIUM,

Stéphanie Viau ^a,
Chantal Dion ^a et Guy Perrault ^b

^a Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail
^b consultant

Le béryllium est présent dans une grande variété de matériaux utilisés dans divers secteurs d'activités. L'apport de l'absorption cutanée dans le développement de la sensibilisation est un phénomène de plus en plus étudié. L'objectif du projet est de développer un protocole de nettoyage et de décontamination qui permettrait d'atteindre des niveaux acceptables de béryllium en contamination de surface. L'efficacité des techniques utilisées pour l'entretien ménager et la décontamination a été vérifiée par le biais de prélèvements de surface avec les lingettes humides (Ghost Wipe™) dans le cadre de visites dans cinq entreprises. Le nettoyage par aspiration avec l'emploi d'un aspirateur muni d'un filtre à haute efficacité (HEPA) et le nettoyage humide avec détergent sont des techniques qui ont démontré leur efficacité. À la lumière de nos premiers résultats, il semble que l'aspiration de la poussière et des débris entraîne une diminution significative de la contamination de surface. Toutefois, une aspiration suivie d'un nettoyage humide avec détergent peut permettre l'atteinte de niveaux de contamination sous la valeur de référence de 0,2 µg/100 cm². Dans un environnement hautement contaminé et de grande surface, il peut être nécessaire de répéter le cycle de nettoyage (aspiration / nettoyage humide) à plusieurs reprises et dans certains cas, d'appliquer un scellant .

Introduction

Le béryllium est présent dans une grande variété de matériaux utilisés dans divers secteurs d'activités. La toxicité du béryllium est reconnue depuis plusieurs années. Les travailleurs qui y sont exposés peuvent devenir sensibilisés au béryllium. Cette sensibilisation (BeS) précède le développement d'une maladie pulmonaire progressive appelée la béryllose chronique (CBD) ⁽¹⁾. La prévention de la BeS et de la CBD est traditionnellement basée sur le contrôle de l'exposition dans la zone respiratoire du travailleur. La valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) est de 0,15 µg/m³ à l'annexe 1 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) ⁽²⁾. Malgré les réductions de concentration de béryllium dans l'air du milieu de travail, des cas de sensibilisation au béryllium sont toujours observés parmi les travailleurs ⁽³⁻⁶⁾. L'apport de l'absorption cutanée dans le développement de la sensibilisation est un phénomène de plus en plus étudié ^(7, 8).

Des bonnes pratiques de nettoyage des lieux où il y a utilisation ou manipulation de béryllium sont nécessaires afin de prévenir l'accumulation de béryllium sur

les surfaces de travail. Une accumulation de béryllium sur les surfaces peut engendrer une re-suspension des particules de béryllium dans l'air de travail où ces particules ont été générées ainsi que dans les zones connexes. De plus, une accumulation de particules de béryllium sur les équipements de travail augmente le potentiel de contact cutané des travailleurs avec le béryllium ⁽⁹⁾.

Lors de la décontamination d'un lieu où il y a présence de béryllium, comme c'est le cas pour d'autres contaminants tels l'amiante et le plomb, des mesures de sécurité doivent s'appliquer pour les travailleurs de l'entretien et pour les personnes travaillant près de la zone à décontaminer. Ce projet supportera les industries où il y a présence de béryllium à élaborer un protocole de nettoyage et/ou de décontamination afin d'obtenir des niveaux acceptables de béryllium. L'objectif de cette étude est la réalisation d'un guide de décontamination complémentaire à la Synthèse des bonnes pratiques ⁽¹⁰⁾ élaboré en 2004 pour répondre à des besoins ponctuels.

Les techniques utilisées lors de l'entretien des zones ou équipements avec présence de contamination doivent prévenir la dispersion et la re-suspension des poussières. Deux principes de nettoyage de bases sont généralement utilisés : le nettoyage par aspiration avec l'emploi d'un aspirateur muni d'un filtre à haute efficacité (HEPA) et le nettoyage humide avec détergent.

L'échantillonnage des poussières de surface est utile dans différentes situations : (1) pour déceler la présence de Be dans les établissements ; (2) pour découvrir les sources de contamination au Be ; (3) pour vérifier l'efficacité des procédures d'entretien ménager ou des activités de décontamination ; (4) pour vérifier l'absence de contamination-croisée entre les zones considérées avec présence de béryllium et les zones sans béryllium ; (5) pour s'assurer du bon nettoyage d'un objet, équipement ou établissement devenant accessible au public. En résumé, la surveillance des niveaux de contamination des surfaces constitue un outil important pour favoriser le contrôle des émissions.

Il n'y a pas de réglementation pour la contamination de surface au béryllium dans le RSST. Dans son programme de prévention le « Department of Energy » (DOE) ⁽⁹⁾ indique des niveaux de contamination de surface à respecter dans les milieux avec et sans béryllium. Ces concentrations exprimées en « µg/100 cm² » sont devenues les valeurs de référence pour plusieurs compagnies et organismes dont les organismes québécois. La concentration de béryllium ne doit pas excéder 0,2 µg/100 cm² sur les surfaces de travail, d'équipements et d'objets pour être considérées sans contamination au béryllium. Une valeur de 3,0 µg/100 cm² a été retenue comme étant la valeur maximale à respecter dans les zones de travail contaminées au béryllium durant les périodes non-opérationnelles. Dans ce dernier cas, les mesures de protection générale et individuelle adéquates doivent être respectées. Le DOE ne précise pas la méthode d'échantillonnage de surface à utiliser pour l'évaluation de la contamination de surface, hormis une recommandation sur l'utilisation de supports humides pour une meilleure récupération des particules.

Méthodologie

Interventions sur le terrain

Afin d'évaluer l'efficacité des techniques de nettoyage utilisées dans divers environnements de travail,

l'équipe de recherche a accompagné des entreprises dans le cadre de leurs activités ponctuelles de nettoyage ou de décontamination. Deux d'entre elles réalisaient une décontamination complète des lieux de travail. Les résultats obtenus à l'occasion des interventions réalisées à ces deux entreprises seront discutés dans ce texte.

Entreprise 1

Cette entreprise fabrique des contenants de plastique destinés au domaine alimentaire. Le procédé de fabrication par extrusion utilise des moules dont certains sont composés, en partie, d'un alliage de cuivre et de béryllium (CuBe). L'IRSST a assisté à la réalisation des différentes étapes de la décontamination : le nettoyage par aspiration et le nettoyage humide avec un nettoyeur et dégraissant liquide (Resolve^{TM(11)}).

Entreprise 2

Cette compagnie se spécialise dans la fabrication de pièces de métal ferreux et non-ferreux pour des industries militaires, aérospatiales et de télécommunication. Au moment de la décontamination, la compagnie n'occupait plus les lieux depuis plus de deux ans. Nous avons effectué sept interventions sur une période d'environ un an. En raison de l'étendue de la zone à décontaminer, le travail s'est déroulé sur une longue période. Notons également, que la contamination était présente sur des surfaces variées, verticales et horizontales, (ciment, acier, béton peinturé, béton poreux, métal, etc.) Les interventions ont été organisées de façon à ce que chaque étape de la décontamination soit suivie avec des prélèvements d'air et de surface. Ces étapes consistaient en une aspiration suivie d'un nettoyage avec un solvant industriel (Ledisolv^{TM(12)}) à l'aide d'un jet à haute pression.

Prélèvement d'air

Des prélèvements d'air ont été effectués dans la zone respiratoire afin de vérifier l'exposition des travailleurs aux particules de béryllium. D'autres prélèvements en poste fixe, près de la zone de travail, permettaient d'évaluer la génération des particules de béryllium dans l'air en fonction des méthodes de travail.

Les supports collecteurs utilisés lors des interventions sont : cassette 37 mm ayant une ouverture de 4 mm et une membrane en esters de cellulose mélangés (ECM)

d'une porosité de 0,8 μm , (poussières totales); tête d'échantillonnage IOMTM (Institute of Occupational Medicine) avec membrane de ECM, 25mm (poussières inhalables); cassette ouverte 3 pièces 37 mm avec une membrane ECM, 0,8 μm combinée à un cyclone d'aluminium avec un support à cassette (poussières respirables); impacteur en cascade SierraTM 8 étages (AndersenTM modèle 298) avec substrats de 34 mm en ECM permettant le prélèvement d'aérosols dans une fourchette de 0,52 μm à 21,3 μm (poussières inhalables et respirables).

Prélèvement de surface

L'efficacité des techniques de nettoyage et de décontamination a été vérifiée par le biais de prélèvements de surface avec les chiffons humides (Ghost WipeTM)⁽¹³⁾.

Analyses

Les filtres ECM ont fait l'objet d'une digestion acide afin de déterminer la concentration de béryllium. L'analyse du béryllium se fait par plasma à induction avec couplage à un spectromètre de masse, ICP-MS selon la méthode IRSST-359⁽¹⁴⁾. La valeur minimale rapportée (VMR) est de 0,0005 μg . Pour les frottis de surface, les analyses de béryllium ont été réalisées à l'aide du couplage ICP-MS, selon la même méthode que les filtres ECM. La VMR est de 0,05 μg .

Résultats et discussion

Avant le début des travaux de décontamination, l'évaluation des surfaces a été réalisée à l'aide de frottis pour les deux entreprises. Les résultats des prélèvements ont démontré des niveaux de contamination de béryllium pouvant être élevés. Par exemple, la concentration maximale de béryllium retrouvée dans l'entreprise 1 sur un panneau protecteur d'un tour utilisé pour l'usinage de moules de CuBe était de 463 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$. Pour l'entreprise 2, le niveau maximum de béryllium a été retrouvé sur une barre en « Z » fixée à un mur et se chiffrait à plus de 250 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$.

Prélèvements d'air

Les concentrations de béryllium dans l'air en zone respiratoire des travailleurs retrouvées à l'entreprise 1 sont toutes sous la VMR. Ces données ont été recuei-

lies durant toute la période de décontamination. Ces résultats démontrent que les techniques de nettoyage utilisées (aspiration à l'aide d'un aspirateur avec filtre HEPA et le nettoyage humide avec chiffon attaché à une perche) n'ont pas généré des concentrations décelables de particules de béryllium dans l'air. Aucun échantillonnage en poste fixe n'a été réalisé dans cette entreprise.

Pour les prélèvements d'air effectués en poste fixe (près de la zone de travail) dans l'entreprise 2, les concentrations sont sous la valeur de référence de 0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Par contre, plusieurs échantillons prélevés en zone respiratoire des travailleurs durant l'aspiration des poussières au plafond et la collecte des débris sont supérieurs à 0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et ce, pour les différents types de collecteurs (à l'exception des prélèvements de poussières respirables). La concentration maximale de béryllium provient d'un prélèvement effectué en poussières totales et atteint 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En raison des dimensions considérables du local, les travailleurs utilisaient une nacelle afin de nettoyer le haut des murs et le plafond.

Prélèvements de surface

Entreprise 1

Les résultats des prélèvements réalisés après l'étape de nettoyage avec aspiration ont démontré une diminution considérable des concentrations mais sans parvenir à respecter le critère de 0,2 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$. Par contre, après le nettoyage humide qui a suivi, les résultats sont tous inférieurs à la VMR. La combinaison des deux techniques de base, aspiration suivie de nettoyage humide, s'est avérée efficace dans les conditions de cette entreprise.

Entreprise 2

Au total, 66 prélèvements de surface ont été effectués à différentes étapes du processus de décontamination. Le premier lavage (cycle aspiration et nettoyage humide) n'a pas permis de diminuer la contamination à des niveaux acceptables (< 0,2 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$), à plusieurs endroits dans le bâtiment (mur de ciment, poutre d'acier au plafond, plancher de béton, ...). Après un deuxième cycle de lavage, certains échantillons dépassaient toujours la valeur de 0,2 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$. La pose d'un scellant a permis de rendre la contamination non accessible en surface et ainsi obtenir des résultats sous

la valeur de référence. Il faut toutefois s'assurer, par une surveillance régulière de l'intégrité du scellant qui peut diminuer avec le temps.

Conclusion

À la lumière de nos résultats, il semble que l'aspiration de la poussière et des débris entraîne une diminution significative de la contamination de surface. Toutefois, une aspiration suivie d'un nettoyage humide avec détergent peut permettre l'atteinte de niveaux de contaminations sous la valeur de référence de 0,2 µg/100 cm². Dans un environnement hautement contaminé et de grande surface, il peut être nécessaire de répéter le cycle de nettoyage (aspiration / nettoyage humide) à plusieurs reprises et dans certains cas, d'appliquer un scellant.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Annie Ouellet, Valérie Turcotte et Bethany Campbell pour leur précieuse collaboration dans la réalisation de cette étude.

Références

1. Newman LS, Mroz M., Balkissoon R., *et al.* (2005). Beryllium sensitization progresses to chronic beryllium disease: a longitudinal study of disease risk. *Am J Respir Crit Care Med*; 171: 54-60.
2. Québec (2007). Règlement sur la santé et la sécurité du travail. S-2.1, r.19.01, Décret 1120-2006. Éditeur officiel du Québec. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/lois_et_reglements/liste_reglements.php?alpha=S-2.1#
3. Kreiss K., Mroz MM., Newman LS *et al.* (1996). Machining risk of beryllium disease and sensitization with median exposure below 2 µg/m³. *Am J Ind Med*; 30: 16-25.
4. Henneberger PK., Cumro D., Deubner DC. *et al.* (2001). Beryllium sensitization and disease among long-term and short-term workers in a beryllium ceramics plant. *Int Arch Occup Environ Health*; 74: 167-176.
5. Kolanz ME., Madl AK., Kelsh MA. *et al.* (2001). A comparison and critique of historical and current exposure assessment methods for beryllium: implications for evaluating risk of chronic beryllium disease. *Appl Occup Env Hyg*; 16(5): 593-614.
6. Deubner DC., Lowney YW., Paustenbach DJ. and Warmerdam J (2001). Contribution of incidental exposure pathways to total beryllium exposures. *Appl Occup Env Hyg*; 16(5): 568-578.
7. Tinckle SS., Antonini JM., Rich BA., *et al.* (2003). Skin as a route of exposure and sensitization in chronic beryllium disease. *Environ Health Perspect*; 111: 1202-1208.
8. Day GA., Stefaniak AB., Weston A. *et al.* (2006). Beryllium exposure: dermal and immunological considerations. *Int Arch Occup Environ Health*; 79: 161-164.
9. US FEDERAL REGISTER. Chronic beryllium disease prevention program; final rule, DOE 10 CFR Part 850, 68854-68914, December 1999. <http://www.hss.doe.gov/healthsafety/WSHP/be/docs/berule.pdf>
10. Dion C. et Perrault G., (2004). Nettoyage et décontamination des lieux de travail où il y a présence de béryllium, Synthèse des bonnes pratiques. IRSST, 26 p. http://www.irsst.qc.ca/fr/publicationirsst_878.html
11. Site Internet de la fiche signalétique du produit « Resolve » http://www.dustbane.ca/msds/Resolve_en.pdf
12. Site Internet de la fiche signalétique du produit « Ledisolv » <http://www.ledizolv.com/LearnAbout/LedizolvMSDS/LszMSDS.asp>
13. ASTM standard D 6966 (2003), Standard Practice for Collection of Settled Dust Samples Using Wipe Sampling Methods for Subsequent Determination of Metals. Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA.
14. Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, Be. <http://www.irsst.qc.ca/fr/RSST7440-41-7.html>