

## **La surveillance biologique des travailleurs exposés dans les usines d'électroplacage au chrome : analyse et recommandations**

A. TURCOT, J. TREMBLAY, S. BÉDARD

Direction de santé publique - RRSSS Chaudière-Appalaches

100, rue Monseigneur-Bourget, bur. 400

Lévis (Québec)

Canada G6X 3G9

Abstract

La surveillance biologique des travailleurs fait partie des nombreuses activités de prévention utilisées par les équipes de santé au travail du réseau public québécois. Les résultats de la surveillance biologique et environnementale de 3 usines d'électroplacage au chrome seront présentés. Les difficultés d'analyse environnementale du chrome hexavalent suggèrent la poursuite des activités de surveillance biologique. Les recommandations concernant la réduction de l'exposition des travailleurs sont : le contrôle des émissions des contaminants dans l'air, les méthodes de travail sécuritaires, le port d'équipement de protection personnelle, les mesures d'hygiène personnelle, l'entreposage sécuritaire des substances et la formation des travailleurs sur les effets à la santé des substances chimiques.

Contexte

Les trois usines procèdent à l'électroplacage (manual process) de petites pièces métalliques selon un procédé d'électrodéposition par chromage décoratif précédé d'un placage au nickel. Des bains d'alcalis et d'acides font également partie de la ligne de traitement. Ces usines effectuent des activités de polissage et de peinture et l'une d'entre elles fait des activités de soudure et d'assemblage. Il s'agit de petites usines dont le nombre moyen de travailleurs affectés à la ligne de placage est de 5 par quart de travail. La ventilation générale est déficiente et l'aspiration à la source des gaz émis par le procédé d'électrolyse est inexistante. Des agents antimousses recouvrent les bains de chrome. Le port des équipements de protection personnelle se limite au port de gants de façon inconstante. Les installations sanitaires (lavabos, salle à manger, douches, doubles vestiaires) sont rudimentaires ou inexistantes.

## Méthode

Des mesures environnementales de l'air en poste fixe et dans la zone respiratoire des travailleurs ont été faites dans les trois usines. Plusieurs contaminants ont été évalués dont le nickel (sels solubles et insolubles), les chromates, (Cr VI), les alcalis, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide cyanhydrique, les poussières totales et l'ammoniac. Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse sont celles de l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail de Montréal et le Centre de toxicologie du Québec. Les prélèvements urinaires sont faits en fin de quart et analysés par spectrométrie d'absorption atomique avec four au graphite et correction de bruit de fond par effet Zeeman. La limite de détermination pour le nickel urinaire est de 38 nmol/l et de 17 nmol/l pour le chrome. Des tests qualitatifs de surface basés sur un principe colorimétrique utilisant le S-diphénylcarbazine ont été utilisés pour décrire la contamination par les chromates.

## Résultats

Les visites des usines démontrent que les travailleurs ne connaissent pas les risques reliés à leurs tâches. Les méthodes de travail entraînent la contamination visible des lieux et des vêtements de travail. La surveillance biologique n'est possible que pour le nickel et le chrome bien que de nombreuses substances chimiques aient été échantillonnées.

Dans la première usine, le dosage des contaminants (1984) en poste fixe au-dessus des différents baignoires démontre la présence du nickel soluble à la moitié de la norme de 0,1 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 8 heures et l'absence d'acide sulfurique, les chromates et les cyanures totaux. De faibles concentrations d'acide cyanhydrique sont présentes dans trois prélèvements. Une concentration d'acide chlorhydrique dépasse la valeur plafond permise. En 1988, des mesures en poste fixe au-dessus des baignoires et dans la zone respiratoire des travailleurs de la ligne de placage sont réalisées et révèlent l'absence de chrome hexavalent. Les composés solubles de nickel dans la zone respiratoire des travailleurs de la ligne de placage varient de 0,04 mg/m<sup>3</sup> à 0,06 mg/m<sup>3</sup>. Trois mesures dans la zone respiratoire sont négatives pour le nickel soluble. Les concentrations de poussières totales dans la zone respiratoire des travailleurs de la ligne de placage se situent entre 2,08 mg/m<sup>3</sup> et 5,6 mg/m<sup>3</sup>. La caractérisation de ces poussières démontre la présence de nickel insoluble. Les mesures de nickel urinaire faites auprès de 8 travailleurs en octobre 1987 démontrent une moyenne de 913 nmol/l (455-1900 nmol/l) et celles pour 12 travailleurs en novembre 1987

affichent une moyenne 923 nmol/l (435-1775) dont seulement 6 sont à leur second prélèvement. La moyenne des résultats de chrome urinaire de janvier 1988 est de 34 nmol/l (20-62) pour 4 travailleurs et de 884 nmol/l pour le nickel(60-795).

Dans la seconde usine, les prélèvements (1985) en poste fixe et dans la zone respiratoire démontrent que les concentrations de nickel ( $0,30 \text{ mg/m}^3$ ) dépassent de trois fois les concentrations moyennes permises. Les concentrations moyennes de chrome hexavalent se situent à  $0,01 \text{ mg/m}^3$  en poste fixe et en zone respiratoire. Les mesures d'alcalis démontrent que les valeurs plafonds sont dépassées dans un seul échantillon de la zone respiratoire. L'acide chlorhydrique est en faible quantité ( $0,35$  à  $1,2 \text{ mg/m}^3$ ) et les cyanures totaux varient de non-déecté à  $0,70 \text{ mg/m}^3$  en poste fixe. Les autres contaminants sont non-déectés en poste fixe et en zone respiratoire. En novembre 1987, les prélèvements urinaires de nickel de 7 travailleurs se situent entre 115 et 325 nmol/l pour une moyenne de 205 nmol/l.

Dans la troisième usine, les mesures de 1992 démontrent une exposition aux poussières totales de  $21 \text{ mg/m}^3$  qui diminuent jusqu'à  $4,2$  à  $8 \text{ mg/m}^3$  en 2001 au poste de poste de polissage. En 1992, le chrome hexavalent n'est pas décelé dans la zone respiratoire du travailleur de la ligne de placage. Les concentrations de nickel (composés solubles) sont de  $0,06 \text{ mg/m}^3$  en 1992 et sont non-décelées en 2001 à la ligne de placage et les polisseurs. Les sels insolubles de nickel sont à  $0,05 \text{ mg/m}^3$  pour les polisseurs de nickel et à  $0,1 \text{ mg/m}^3$  pour les polisseurs d'acier doux et à  $0,016 \text{ mg/m}^3$  pour les travailleurs de la ligne de placage en 2001. En 1992, les tests qualitatifs de surface démontrent la présence de chromates sur la manette de palan, les contrôles du bain de placage, les rebords des bains de placage, le téléphone et la table de la salle à manger.

Le tableau 1 rapporte les résultats de nickel urinaire exprimés en nmol/mmol de créatinine pour un total de 54 travailleurs échantillonnés de 1993 à 2001 dans l'usine 3.

Tableau 1

Résultats	1993-02	1995-03	1996-08	1999-12	2000-01	2000-02	2000-05	2000-11	2001-02	2001-11
N	6	9	7	19	8	6	21	23	20	25
Moyenne	48	45	47	35	46	48	34	31	34	29
Écart-type	54,33	15,61	15,87	69,58	41,50	69,17	26,20	19,94	20,97	138,56
Médiane	41	16	18	46	39	57	13,5	19	17	113
Minimum	20	4	4	11	20	18	8	7	7	11
Maximum	140	27	26	336	76	162	140	43	53	472

Le tableau 2 rapporte les résultats de chrome urinaire exprimés en nmol/mmol de créatinine.

Tableau 2

Résultats	1993	1995	1996	1999	2000-01	2000-03	2000-05	2000-11	2001-02	2001-11
N	6	9	7	19	8		21	23	20	25
Moyenne	1,2	1,4	1,3	1,4	1,3		1,5	1,3	5,7	2,8
Écart-type		0,2	0,1	0,2	0,06		0,1	0,04	1,5	0,4
Médiane	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		1,2	1,2	2,5	2,0
Minimum	1,2	1	1,2	1,2	1,2		1,2	1,2	1,2	1
Maximum	1,2	3	1,9	4,8	1,7		2,9	2,1	28	9

Un questionnaire auto-administré sur les effets à la santé a été distribué aux travailleurs de cette usine. Le tableau 3 présente les résultats de février 2001 pour 20 travailleurs. Les travailleurs du placage rapportent davantage de symptômes.

Tableau 3

	Placage	Polissage	Postes divers	Total
Dermatite	4/8	1/6	3/6	8/20

	Placage	Polissage	Postes divers	Total
Congestion nasale, épistaxis, lésions dans le nez	7/8	2/6	3/6	12/20
Dyspnée, toux	2/8	2/6	2/6	6/20
Total	13/20	5/20	8/20	

En novembre 2001, 25 travailleurs répondent au même questionnaire dont quatorze nouveaux travailleurs. Les résultats sont les suivants :

Tableau 4

	Placage n=11	Polissage n= 5	Divers n= 9
Dermatite	4		1
Congestion nasale, épistaxis, lésions dans le nez	9		6
Dyspnée, toux	4	1	1

## Discussion

Les travailleurs des usines d'électroplacage sont exposés à plus d'une substance chimique sous diverses formes physiques (poussières, liquides, aérosols) par voie respiratoire, cutanée et digestive. La surveillance biologique a l'avantage de mesurer la dose interne à partir de toutes les voies d'absorption.

La surveillance biologique et environnementale apportent chacune des éléments complémentaires à la gestion du risque. Toutes deux servent à sensibiliser les travailleurs et les employeurs à la présence des risques et à l'importance d'adopter des mesures de protection collective et personnelle.

L'expérience menée au cours de ces années démontre que l'ensemble des travailleurs de ces usines sont à risque de contamination étant donné la disposition des postes de travail et la contamination des lieux de travail et des habitudes de travail déficientes.

Les nombreuses mesures de chrome hexavalent en poste fixe et en zone respiratoire qui sont non-décelées ou à des niveaux très faibles peuvent être reliées à une très faible émission d'aérosols de chrome ou à des difficultés d'échantillonnage. Des études ont démontré des problèmes de réduction du chrome hexavalent dans l'air par des agents réducteurs et au cours du storage des échantillons.<sup>1</sup> De nouvelles méthodes d'échantillonnage sont en évaluation. Le procédé de chromage décoratif génère en effet 2 à 3 fois moins d'aérosols de chrome hexavalent que le procédé hard chrome.<sup>2</sup> Les concentrations très faibles de chrome urinaire tendent à démontrer le faible risque de contamination par le chrome. Toutefois, les questionnaires médicaux et les mesures de surface de chromates positives dans les lieux de travail démontrent que le risque de contamination par le chrome est présent. Les résultats négatifs de chrome dans l'air compliquent l'analyse du risque au regard des recommandations de réduction des émissions d'aérosols d'acide chromique surtout lorsque le milieu de travail est dépourvu de ventilation générale et locale au niveau des bains.

Pour le chrome et le nickel, le paramètre biologique est le reflet de l'intensité de l'exposition plutôt qu'une évaluation du risque à la santé. De plus, il n'y a pas d'IBE pour le nickel urinaire. L'interprétation individuelle des résultats est compliquée par des facteurs tant reliés à l'individu qu'aux conditions de travail (fluctuations des niveaux ambiants des contaminants, exposition variable, charge de travail et protection personnelle) et des facteurs d'ordre méthodologique (contamination des échantillons urinaires, délais d'analyse).<sup>3,4,5</sup>

Les valeurs inférieures dans les urines peuvent apporter une fausse sécurité alors que les visites des milieux de travail démontrent des comportements non sécuritaires chez les travailleurs exposés, que des problèmes de santé sont rapportés par les travailleurs, possiblement en lien avec les contaminants du milieu de travail. La surveillance biologique doit être complémentaire à la surveillance des symptômes et à l'examen des travailleurs car des lésions de la sphère ORL sont rapportées par contact cutané à l'acide chromique.

Au niveau du groupe de travailleurs, la surveillance biologique périodique peut apporter des informations supplémentaires sur la contamination du milieu de travail. Cependant, le roulement élevé du personnel et le petit nombre de travailleurs compliquent les analyses. Les causes

expliquant une augmentation du chrome urinaire en février 2001 et de nickel en novembre 2001 pour les travailleurs de l'usine 3 peuvent être reliées à une contamination du milieu dont les causes ne peuvent être expliquées en totalité.

Notre étude démontre que les mesures environnementales et biologiques bien que coûteuses et laborieuses sont aussi importantes que les activités d'observation du milieu de travail et le recueil des symptômes des travailleurs. Pour éviter que le médecin ne soit que le témoin de l'exposition des travailleurs, la surveillance ne doit être effectuée que lorsque des changements sont prévus dans l'environnement de travail.

Les activités d'information et de formation adaptées aux travailleurs sur les risques à la santé et les moyens de protection et de prévention sont essentielles.<sup>6</sup> Les recommandations sont les suivantes : aspiration des bains et amélioration de la ventilation générale, système d'extraction des poussières au poste de polissage, entreposage sécuritaire des substances, protection personnelle, mesures d'hygiène (douches, doubles vestiaires, lavabos), entretien des lieux de travail.

## Bibliographie

1. Shin Yong Chul, Paik Nam Wong, Reduction of hexavalent chromium collected on PVC, AIHAJ, vol.61, pp.563-567, 2000.
2. Stern, R., Biological and environmental aspects of chromium, Sverre Langard editors, 1982
3. Bukowski et al., Biological markers in chromium exposure assessment : confounding variables, Arch Environ Health, vol. 46, pp.230-236, 1991
4. Biological monitoring of chemical exposure in the workplace, volume 1, WHO, Geneva, 1996
5. Nickel in the human environment, IARC, Scientific Publications, n° 53, Lyon, 1984
6. Sadhra S et al, Worker's understanding of chemical risks: electroplating case study, Occup Environ Med, vol. 59, pp. 689-695.