



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX
DE MONTRÉAL-CENTRE

Santé au travail et environnementale

Programme d'intervention intégré sur le poudrage électrostatique : l'évaluation environnementale de contaminants cibles

Projet provincial

Catherine Daoust

Jocelyne Forest

Novembre 1999

WA
465
D211
1999

INSPO - Montréal



3 5567 00004 0623

DIRECTION
DE LA SANTÉ
PUBLIQUE

*Garder notre
monde en santé*

SANTÉCOM



Programme d'intervention intégré sur le poudrage électrostatique : l'évaluation environnementale de contaminants cibles

Projet provincial

Catherine Daoust, Hygiéniste du travail, CHSC de l'Estuaire

Jocelyne Forest, Hygiéniste industrielle, DSP de Montréal-Centre

Novembre 1999

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC
CENTRE DE DOCUMENTATION
MONTREAL

Une réalisation du comité provincial du programme d'intervention intégré sur le poudrage électrostatique.

Participants au comité provincial :

- Sylvain Allaire, hygiéniste du travail, CSP de Québec
- Lucie Caplette, infirmière en santé au travail, CLSC-CHSLD Pointe-aux-Trembles
- Catherine Daoust, hygiéniste du travail, CHSC de l'Estuaire
- Jocelyne Forest, hygiéniste industrielle, DSP de Montréal-Centre
- Michel Gagné, Répertoire toxicologique, CSST
- Jacques Lesage, chimiste, IRSST
- Christian Lévesque, médecin conseil, ÉR de Laval
- Luc Ménard, hygiéniste industriel, CSST
- Jean-Pierre Vigneault, coordonnateur en santé au travail, ÉR de Chaudière /Appalaches

Évaluation environnementale :

- Luc Brulotte, technicien en hygiène du travail, CLSC Arthur-Buies
- Normand Hébert, technicien en hygiène du travail, CLSC-CHSLD Pointe-aux-Trembles
- Michel Labbé, technicien en hygiène du travail, CLSC Arthur-Buies
- Rémy Labrecque, technicien en hygiène du travail, SST Beauce-Etchemins
- Serge Manseau, technicien en hygiène du travail, CLSC Drummond
- Pierrot Pépin, hygiéniste du travail, CLSC Rivières et Marées
- France Perron, technicienne en hygiène du travail, CLSC Côte-des-Neiges
- Claude Pilon, technicien en hygiène du travail, CLSC Norman-Bethune
- Pierre Savard, technicien en hygiène du travail, CLSC de Montmagny
- Rock Savard, technicien en hygiène du travail, CLSC Lamater
- Régis Tremblay, technicien en hygiène du travail, CLSC Lac-Saint-Louis
- Roger Tremblay, technicien en hygiène du travail, CLSC Montréal-Nord

Rédaction du rapport technique :

- Catherine Daoust, hygiéniste du travail, CHSC de l'Estuaire
- Jocelyne Forest, hygiéniste industrielle, DSP de Montréal-Centre

Mise en pages :

- Sonia Leclerc, secrétaire, CHSC de l'Estuaire
- Réjeanne Tremblay, secrétaire médicale, DSP de Montréal-Centre

On voudra bien comprendre en lisant ce rapport que des expressions comme «les travailleurs» incluent les deux genres grammaticaux et les deux réalités : les travailleuses et les travailleurs, à moins, évidemment, que le contexte l'interdise. Cette règle ne vise qu'à alléger le texte.

Une réalisation de l'unité de Santé au travail et santé environnementale
Hôpital Maisonneuve-Rosemont, mandataire

© Direction de la santé publique
Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre (1999)
Tous droits réservés

Dépôt légal : 4^e trimestre 1999
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

ISBN : 2-89494-219-2

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I : Portrait des établissements utilisant le procédé de poudrage électrostatique visités en 1997 au Québec et de ceux participant au projet d'évaluation environnementale	14
Tableau II : Planification du projet pilote	18
Tableau III : Valeurs de référence pour les agresseurs évalués	19
Tableau IV : Résumé des instruments de mesure et des méthodes d'échantillonnage et d'analyse	22
Tableau V : Répartition des travailleurs selon leur fonction, les résines utilisées et la protection respiratoire	26
Tableau VI : Distribution des travailleurs évalués : estimation de leur exposition moyenne journalière par rapport aux valeurs de référence	27
Tableau VII : Distribution des travailleurs évalués selon leur exposition exposition de courte durée par rapport aux limites d'excursion	28
Tableau VIII : Exposition simultanée des travailleurs aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone : respect des valeurs de référence	28
Tableau IX : Distribution des établissements selon le respect des valeurs de référence pour les poussières NCA, le TGIC et le noir de carbone	30
Tableau X : Proportion des prélèvements supérieurs à la valeur de référence et concentrations maximales en zone respiratoire des travailleurs selon la tâche et le contaminant lors du poudrage électrostatique	33
Tableau XI : Répartition des prélèvements de TGIC dépassant la valeur de référence (0,05 mg/m ³) selon la concentration de PNCA en zone respiratoire des travailleurs et l'information contenue dans les fiches signalétiques des poudres utilisées	37

	Page
Tableau XII : Données brutes d'évaluation des aldéhydes totaux en poste fixe	42
Tableau XIII : Données brutes d'évaluation d'isocyanates et en postes fixes et personnels	43
Tableau XIV : Données brutes d'évaluation du monoxyde de carbone en postes fixes et personnels	45
Tableau XV : Résumé des niveaux d'exposition au bruit mesurés lors du poudrage électrostatique dans trois établissements en automne 1998	46

REMERCIEMENTS

Cette étude n'aurait pu être réalisée sans la collaboration des établissements participant au projet et des intervenants en hygiène du travail des CLSC. Nous désirons les remercier pour leur contribution concrète à l'avancement des connaissances sur l'exposition des travailleurs dans un procédé de poudrage électrostatique.

Nos remerciements vont également à madame Caroline Pelletier pour les compilations statistiques nécessaires à la confection du portrait des établissements de ce secteur, à madame France Labrèche pour ses conseils judicieux concernant l'analyse et la présentation des résultats, ainsi qu'à messieurs Guy Comtois, Claude Huneault, Michel Legris et Serge Manseau pour leurs commentaires lors de la révision du rapport technique.

Enfin, nous désirons remercier mesdames Sonia Leclerc et Réjeanne Tremblay pour la qualité de la mise en pages de ce document.

Catherine Daoust et Jocelyne Forest
pour le comité provincial du programme d'intervention
intégré sur le poudrage électrostatique

RÉSUMÉ

Introduction

Le poudrage électrostatique est un procédé de recouvrement de surfaces sans solvant. Les établissements québécois opérant des installations de ce type ont été ciblés par la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST) pour la mise en œuvre d'un programme d'intervention intégré (PII) sur les différents risques pour la sécurité associés au procédé. Cependant les informations provenant de la littérature sur la présence de risques pour la santé étaient limitées notamment en ce qui concerne l'émission de produits toxiques ou irritants pour les travailleurs lors de la pulvérisation ainsi que les produits de dégradation des résines lors de la cuisson des pièces.

Objectif

Un projet pilote a été mis sur pied dans le cadre de ce PII afin de statuer sur la pertinence d'un volet santé au PII sur le poudrage électrostatique et ce, en complétant un diagnostic environnemental lors d'une étude exploratoire.

Intervention

Des mesures de l'exposition journalière des travailleurs aux poussières non classifiées autrement (NCA) ont été réalisées dans 19 établissements en automne 1998. De plus, grâce à une nouvelle méthode d'analyse développée par l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail du Québec (IRSST), le dosage de l'isocyanurate de triglycidyl-1,3,5 (TGIC) dans ces prélèvements a été effectué dans 14 établissements utilisant des résines polyester. L'estimation de l'exposition au noir de carbone a été réalisée dans 12 établissements utilisant ce pigment dans les formulations. Quelques autres contaminants ont aussi fait l'objet d'évaluation en poste fixe et en poste personnel, notamment des aldéhydes, des isocyanates, le monoxyde de carbone ainsi que le bruit. Les normes du Québec sur l'exposition des travailleurs ont servi de valeurs de référence pour l'interprétation des mesures ou, à défaut, les recommandations de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Principaux résultats

- L'exposition aux poussières NCA et au TGIC de 60 % des travailleurs évalués (29/48) n'a pas respecté les valeurs de référence.
- Les valeurs de référence des poussières NCA et du TGIC n'ont pas été respectées dans 74 % des établissements (14/19).
- Pour le noir de carbone, les évaluations n'ont pas mis en évidence de dépassement des valeurs de référence.
- Des expositions importantes ont été rencontrées dans certains établissements, notamment une exposition journalière estimée à plus de 60 fois la valeur de référence pour les poussières NCA et une autre à près de 12 fois la valeur de référence pour le TGIC.

- À l'analyse de chacun des échantillons prélevés, lors de la pulvérisation, plus du tiers des concentrations mesurées ont dépassé les valeurs de référence pour les poussières NCA et le TGIC, tandis que lors du nettoyage, c'est près de 60 % des concentrations mesurées qui les ont dépassées. De plus, peu importe la tâche exécutée, la moyenne des concentrations mesurées dépassait 5 mg/m³ de poussières NCA.
- Quand les poudres contenaient du TGIC, la moyenne géométrique des concentrations mesurées dépassait la valeur de référence du TGIC, peu importe la tâche exécutée.
- Les mesures d'aldéhydes à la sortie du four de cuisson dans 17 établissements ont mis en évidence la présence d'acétaldéhyde, d'acroléine, d'hexanal et d'isobutyraldéhyde à des niveaux faibles; quelques analyses de diisocyanate d'isophorone (IPDI) ont aussi indiqué des niveaux faibles à la sortie d'un four.
- Le monoxyde de carbone a été rencontré à des niveaux inférieurs à 20 % de la valeur de référence sauf dans 2 établissements sur 13, associé à la présence soit d'un chariot élévateur, soit du brûleur au propane d'un four.
- La silice cristalline n'a pas été décelée dans un échantillon de cendres d'un four à pyrolyse.
- Dans 3 établissements l'exposition au bruit de 18 travailleurs a indiqué que ceux-ci peuvent être exposés à des niveaux sonores élevés.

L'analyse des données indique que les activités de nettoyage des cabines avec un jet d'air lors des changements de couleur sont un facteur contributif prépondérant à l'exposition des travailleurs aux poussières. L'utilisation du jet d'air à cette fin devrait être remplacée par une méthode de travail ne générant pas des niveaux d'empoussièrement élevés. Plusieurs autres facteurs tels la conception des cabines, de la ventilation, la préparation des poudres et les méthodes de travail peuvent également contribuer à l'exposition des travailleurs aux poussières. Ils devraient être considérés dans une démarche de contrôle des expositions rencontrées. De plus, lors de l'emploi de poudres contenant du TGIC, la valeur de référence de ce dernier pourrait être dépassée de façon systématique lorsque la concentration de poussières NCA est supérieure à 5 mg/m³. Le respect de la norme des poussières NCA de 10 mg/m³ serait donc insuffisant pour protéger adéquatement les travailleurs.

Conclusion

Les données environnementales recueillies lors de cette étude comportent plusieurs limites. Cependant elles démontrent la nécessité d'une démarche de contrôle des expositions dans les établissements problématiques ayant participé au projet pilote. De plus, les données permettent de conclure à la présence possible de problèmes d'exposition dans les autres établissements qui utilisent un procédé de poudrage électrostatique. Dans ce contexte, il est recommandé qu'un volet santé soit ajouté au programme d'intervention intégré, mis en œuvre auprès de cette clientèle et qu'il comporte au niveau environnemental, des éléments de solutions, moyens ou expertises nécessaires pour soutenir la démarche de contrôle des expositions rencontrées dans les établissements.

1. INTRODUCTION

Le poudrage électrostatique, aussi appelé «peinture électrostatique» ou «peinture par poudre sèche», est un procédé de recouvrement de surfaces qui, contrairement au procédé de peinture conventionnel, ne nécessite aucun solvant.

Le procédé comporte plusieurs étapes illustrées à l'annexe I :

➤ **Pulvérisation ou trempage**

La pulvérisation se fait à l'aide d'un pistolet électrostatique ou triboélectrique. Ces méthodes peuvent être manuelles ou automatisées. Les poudres chargées électriquement par l'électrode du pistolet ou par friction sur les parois du pistolet triboélectrique sont attirées par les pièces à peindre qui sont mises à la terre.

Une autre méthode d'application consiste à faire adhérer la poudre en trempant l'objet chauffé dans un lit fluidisé, réservoir dans lequel la poudre est maintenue en suspension grâce au passage de jets d'air.

➤ **Captation et transport des poudres qui n'ont pas adhéré aux pièces**

Un système de captation et de canalisation dirige l'excès de poudres vers des systèmes de récupération et de filtration.

➤ **Cuisson**

Le thermodurcissage et le séchage des pièces recouvertes de poudre sont effectués par passage dans un four à température contrôlée. Le temps de passage est fonction de la période nécessaire à la réaction. Ce dispositif doit être muni d'un système d'évacuation des gaz toxiques.

➤ **Récupération et filtration**

Les poudres qui n'ont pas adhéré aux pièces sont aspirées dans les unités intégrées ou acheminées vers un cyclone, ce qui permet de réintroduire la fraction non utilisée. Cette fraction est acheminée vers le système de pulvérisation pour être réutilisée. Les poussières plus fines sont filtrées par un filtre à cartouches ou à sacs. La fraction ultra-fine qui a traversé ces deux premiers stages est captée à l'aide d'un système de filtres haute efficacité. Dans le cas du système de filtres à cartouches intégré à la cabine, la poudre est réintroduite directement dans la trémie d'alimentation. L'efficacité de ces cartouches est suffisante pour permettre la recirculation de l'air.

L'avantage premier des procédés de poudrage électrostatique est l'économie reliée à la récupération et à la réintroduction dans le système de plus de 90 %

des poudres qui n'ont pas adhéré dans un premier temps. Il faut mentionner également la possibilité de recirculer l'air dans le milieu de travail après son passage dans le système de filtration à haute efficacité. Il en découle une économie substantielle au niveau des coûts de chauffage de l'air.¹

Les établissements opérant des installations de poudrage électrostatique ont été ciblés en 1995 par la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) pour la mise en œuvre d'un programme d'intervention intégré (PII) sur les différents risques pour la sécurité associés au procédé. Ces risques et les solutions à apporter étaient bien documentés pour ce type d'installation (Norme du National Fire Protection Agency 33, norme NFPA 91, etc.). Cependant les informations provenant de la littérature sur la présence possible de risques pour la santé étaient plus rares; les données étaient limitées notamment en ce qui concerne l'émission de produits toxiques ou irritants pour les travailleurs lors de la pulvérisation ainsi que les produits de dégradation des résines lors de la cuisson des pièces.

Comme ces installations ont connu un développement important au Québec ces dix dernières années et que les avantages techniques (qualité du recouvrement, économie de chauffage, etc.) laissent entrevoir une implantation soutenue dans les années à venir, les deux activités suivantes ont été retenues :

- ◆ une visite systématique de tous les établissements utilisateurs de façon à avoir un bon portrait de la situation;
- ◆ la réalisation d'un projet pilote auprès d'un échantillon de ces établissements portant sur l'évaluation de contaminants ciblés.

2. OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE

L'observation des milieux de travail lors d'une visite visait à établir un portrait de situation sur les conditions d'utilisation du procédé de poudrage électrostatique au Québec de façon à dégager des priorités d'évaluation environnementale.

Concernant le projet pilote, l'objectif visé était de statuer sur la pertinence de mettre en œuvre un volet santé au PII sur le poudrage électrostatique et ce, en complétant un diagnostic environnemental lors d'une étude exploratoire.

¹ Inspiré du document de formation sur le *Programme d'intervention relatif au procédé de peinture électrostatique par poudre sèche*, produit par la CSST, VPPEC, Direction prévention-inspection, 1^{er} mars 1996. Pour plus d'information sur le procédé, consulter la section 2 «chapitre 13 – Aspects techniques et réglementaires des procédés et équipements utilisés pour la peinture par poudre sèche.»

3. ÉTABLISSEMENTS RETENUS POUR LE PROJET PILOTE

La visite des établissements québécois, qui utilisent des installations de poudrage électrostatique, a été réalisée par les équipes de santé au travail du réseau de la santé et des services sociaux. Au total 81 établissements ont été rejoints sur une possibilité de 102 en 1997 afin de documenter ce procédé à l'échelle de la province. Une grille d'observation et de connaissance environnementale présentée en annexe II a été complétée à cette fin.

Le portrait des établissements utilisateurs au Québec a permis de sélectionner des établissements comportant les opérations spécifiques à l'étude des problématiques choisies pour le projet pilote. Certaines informations recueillies lors des visites ont été colligées au tableau I qui établit une comparaison entre tous les établissements visités et ceux participant au projet.

Il est apparu que le poudrage électrostatique est un procédé d'application de peinture assez récent et en pleine expansion puisque près de 80 % des établissements ont implanté ce procédé depuis moins de 10 ans. L'installation typique comprend une cabine de pulvérisation munie de deux pistolets électrostatiques manuels et d'un système de récupération des poudres avec filtre à cartouche intégré à la cabine. Toutefois dans plus de 40 % des établissements, on retrouve aussi des pistolets électrostatiques automatiques par groupes de 4 ou plus dans la cabine; un cyclone avec filtre à cartouches ou à sacs est présent dans 28 % des établissements comme système de récupération.

Lors des visites en 1997, 69 % des établissements avait la majorité des fiches signalétiques des produits utilisés en leur possession, 19 % avait toutes les fiches. Les principales formulations de poudre présentes étaient :

➤ Époxy et polyester	60 % des établissements
➤ Polyester	49 % des établissements
➤ Résine d'époxy	27 % des établissements
➤ Polyester et polyuréthane	18 % des établissements

Dans environ les trois-quarts des établissements, les opérations de pulvérisation se déroulaient à temps plein, 8 heures par jour, 5 jours par semaine et 50 semaines par année. La moitié des établissements effectuaient au moins un changement de couleur par jour de production.

L'échantillon d'établissements choisis pour le projet présente sensiblement les mêmes caractéristiques que l'ensemble des établissements visités sauf en ce qui a trait aux secteurs d'activité économique, au nombre de changements de couleur par jour ainsi qu'à l'appréciation qualitative de l'empoussièrement par les intervenants. Le secteur du meuble et des articles d'ameublement est ainsi plus représenté dans les établissements du projet pilote, la fréquence des changements

de couleur plus élevée et l'empoussièrément des surfaces plus fréquemment jugé élevé par les intervenants.

Mentionnons en outre que les 81 établissements visités sont répartis dans 9 régions du Québec dont 41 % dans la région de Montréal (région 06). Les 19 établissements du projet sont quant à eux répartis dans 7 régions du Québec dont 47 % en provenance de la région de Montréal.

Par ailleurs, il était mentionné dans les questionnaires que des évaluations environnementales avaient été effectuées antérieurement aux visites dans 35 % des établissements. Elles avaient porté sur les poussières non classifiées autrement (PNCA), le bruit, des acides, solvants ou autres substances. Dans certains établissements des expositions supérieures aux normes pour les poussières NCA ou le bruit ont été obtenues. Toutefois l'émission visible de poussières/fumées dans l'air ou à un quelconque endroit du procédé a été notée lors de la visite de 1997 dans moins de 25 % des établissements et l'empoussièrément des surfaces a été jugé faible dans 72 % des établissements visités.

TABLEAU I

Portrait des établissements utilisant le procédé de poudrage électrostatique visités en 1997* au Québec et de ceux participant au projet d'évaluation environnementale

CARACTÉRISTIQUES	QUÉBEC (N = 81)	PROJET (N = 19)
Taille		
— 20 travailleurs et moins	78 %	75 %
— 21 travailleurs et plus	22 %	25 %
Activité économique		
— Industries du meuble et des articles d'ameublement	9 %	16 %
— Industries de la fabrication des produits métalliques	48 %	63 %
— Industries des produits électriques et électroniques	18 %	10,5 %
— Autres industries manufacturières	25 %	10,5 %
Implantation du procédé		
— 1990 ou plus récente	79 %	72 %
Présence d'une cabine	91 %	95 %
Présence d'un lit fluidisé	10 %	11 %
Présence de pistolets électrostatiques automatiques	42 %	42 %

TABLEAU I (suite)

Portrait des établissements utilisant le procédé de poudrage électrostatique visités en 1997* au Québec et de ceux participant au projet d'évaluation environnementale

CARACTÉRISTIQUES	QUÉBEC (N = 81)	PROJET (N = 19)
Principales formulations		
— Époxy et polyester	60 %	68 %
— Polyester	49 %	53 %
— Résine d'époxy	27 %	32 %
— Polyester et polyuréthane	18 %	26 %
Nombre de changements de couleur par jour		
— 0	49 %	32 %
— 1	19 %	21 %
— 2	11 %	5 %
— 3	11 %	16 %
— 4 et plus	10 %	26 %
Nombre de cabines		
— 0	4 %	5 %
— 1	67 %	68 %
— 2	21 %	16 %
— 3	7 %	11 %
— 4	1 %	—
Durée d'opération par jour		
— Moins de 8 heures	21 %	25 %
— 8 heures	51 %	56 %
— Plus de 8 heures	28 %	19 %
Durée d'opération par semaine		
— 1 jour	15 %	12 %
— 2 à 4 jours	13 %	6 %
— 5 jours et plus	72 %	82 %
Durée d'opération par année		
— 17 semaines	1 %	6 %
— 20 – 49 semaines	25 %	0 %
— 50 semaines et plus	74 %	94 %
Émissions visibles de poussières /fumées	23 %	53 %
Empoussièrément des surfaces		
— jugé faible	72 %	53 %
— jugé moyen	22 %	31 %
— jugé élevé	6 %	16 %

* 81 établissements sur une possibilité de 102 établissements ont fait l'objet d'une visite. La colonne «Québec» indique le pourcentage de tous les établissements visités et la colonne «Projet» le pourcentage des établissements participant au projet d'évaluation environnementale qui possèdent les caractéristiques mentionnées.

4. PLANIFICATION PRÉALABLE AUX INTERVENTIONS DU PROJET PILOTE

Les interventions de mesure à réaliser dans le cadre du projet pilote par les intervenants en hygiène des CLSC ont été définies au préalable par un comité central provincial.

Il était prévu de s'assurer tout d'abord de la mise à jour par l'employeur des fiches signalétiques des peintures en poudre utilisées avant l'organisation des activités d'échantillonnage dans chaque établissement visé.

Les poussières non classées autrement (NCA) et deux ingrédients de certaines formulations, l'isocyanurate de triglycidyle (TGIC) et le noir de carbone apparaissaient à la liste des agresseurs ciblés ainsi que la silice cristalline, un ingrédient présent plus occasionnellement dans les poudres utilisées. Également les aldéhydes, les isocyanates et le monoxyde de carbone qui sont attendus s'il y a dégradation des résines, étaient retenus pour l'évaluation. Ces contaminants sont associés aux activités de pulvérisation en cabine où des résines thermodurcissables sont mises en œuvre. Quant aux installations avec lit fluidisé, peu prévalentes au Québec, seule l'utilisation de poudres de polychlorure de vinyle, à base de résine thermoplastique, a été ciblée avec la mesure de produits de dégradation, le chlorure d'hydrogène et le chlorure de vinyle. Ces différents contaminants ont été choisis principalement à cause de leurs effets cancérigènes et de sensibilisation.

Compte tenu du nombre élevé de contaminants ciblés et des ressources importantes impliquées, le nombre d'établissements identifiés pour l'évaluation a varié selon l'agresseur en fonction d'un jugement sur la probabilité de rencontrer le contaminant dans les milieux de travail. Par exemple, l'échantillonnage des poussières NCA a été prévu dans tous les établissements alors que la silice devait être évaluée au maximum dans trois établissements.

Plus spécifiquement, les intervenants devaient rencontrer les spécifications suivantes lors des mesures dans les établissements. L'échantillonnage était à effectuer :

- pendant la pulvérisation de poudres polyester contenant du TGIC pour les poussières NCA;
- lors de l'utilisation de poudre noire, si le noir de carbone était présent dans la formulation; la concentration de noir de carbone dans l'air devait être estimée par calculs à partir du pourcentage maximal déclaré sur la fiche signalétique de la poudre utilisée. En effet, on ne dispose pas de méthode d'échantillonnage pour cet agresseur à l'IRSST;
- au niveau des fours lors de la cuisson de revêtements polyester pour les aldéhydes;

- à la pulvérisation mais aussi près des fours pour les isocyanates lors de l'application de poudres polyuréthane ;
- à proximité des fours, en tentant de distinguer la contribution des chariots et du combustible du four pour le monoxyde de carbone;
- à la pulvérisation pour la silice qui peut se rencontrer comme contaminant des formulations et au four à pyrolyse, afin de vérifier la présence d'une accumulation de silice au niveau des cendres.

Notons que des mesures de bruit ont été réalisées dans trois établissements suite à une offre de service de certains intervenants.

Le programme d'échantillonnage est résumé et présenté au tableau II.

TABLEAU II
Planification du projet pilote

Nb D'ÉTABLISSEMENTS	PROCÉDÉ / RÉSINES	CONTAMINANTS CIBLES	EFFETS SUR LA SANTÉ	ACTIVITÉS
19				Mise à jour du SIMDUT
18	Cabine de pulvérisation/ Résine polyester	Poussières NCA et TGIC	Sensibilisant cutané et suspecté respiratoire	Mesure de l'exposition journalière et mesure lors du nettoyage de la cabine
7-11	Cabine de pulvérisation/ Pigment noir dans la formulation	Noir de carbone	Cancérogène (IARC)	Estimation par calculs à partir du % maximal de la fiche
15	Cabine de pulvérisation/ Résine polyester	Aldéhydes (acroléine, formaldéhyde, etc.)	Selon le cas : irritant, cancérogène soupçonné, etc.	Mesures au niveau du four de cuisson
5	Cabine de pulvérisation/ Résine polyuréthane	Isocyanates	Sensibilisant respiratoire	Mesures à la pulvérisation et au four de cuisson
1	Lit fluidisé/ Résine polychlorure de vinyle	Chlorure d'hydrogène Si positif, chlorure de vinyle	Indicateur de dégradation Cancérogène démontré	Mesure lors de la cuisson de poudres PVC
1-3	Cabine de pulvérisation/ Silice dans la formulation	Silice cristalline	Silicose Cancérogène soupçonné (quartz)	Mesure à la pulvérisation et au four à pyrolyse
19	Cabine de pulvérisation/ Four au propane, chariots, etc.	Monoxyde de carbone	Asphyxie	Mesure près de fours
3	Cabine de pulvérisation	Bruit	Surdité professionnelle	Mesure de l'exposition des travailleurs

5. VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les normes du Québec sur l'exposition des travailleurs ont servi de valeurs de référence pour l'interprétation des résultats de mesure ou à défaut, les recommandations de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); elles sont présentées au tableau III. Les valeurs actuellement en vigueur au Québec proviennent de l'annexe A du Règlement sur la qualité du milieu de travail (RQMT) modifié en 1994. Étant donné que des modifications sont présentement à l'étude, les nouvelles valeurs proposées sont aussi indiquées dans le tableau. Elles ont été tirées du Projet de règlement Qualité du milieu de travail extrait de la Gazette officielle du Québec du 3^e trimestre de 1998. Enfin, les recommandations de l'ACGIH provenant du « 1999 TLVs and BEIs : Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents-Biological Exposure Indices » sont également présentées lorsque différentes des normes québécoises.

TABLEAU III
Valeurs de référence pour les agresseurs évalués

AGRESSEURS	EXPOSITION MOYENNE/8 H (mg/m ³)	LIMITES D'EXCURSION OU EXPOSITION DE COURTE DURÉE (mg/m ³)	SOURCE DES VALEURS DE RÉFÉRENCE ET NOTES
Poussières non classifiées autrement (PNCA)	10	30 sur 30 min 50 à ne pas dépasser	RQMT-1994-1998 Poussières totales Note 1
Isocyanurate de triglycidyl-1, 3, 5 (TGIC)	0,05	0,15 sur 30 min 0,25 à ne pas dépasser	ACGIH-1999
Noir de carbone	3,5	10,5 sur 30 min 17,5 à ne pas dépasser	RQMT-1994-1998 A4; ACGIH-1999 Cancérogène selon IARC
Acétaldéhyde	180 45 -	270 (VECD) 135 sur 30 min 225 mg/m ³ à ne pas dépasser C (valeur plafond) 45	C3; RQMT-1994 C3; RQMT-1998 A3; ACGIH-1999
Acroléine	0,23 -	0,69 (VECD) C (valeur plafond) 0,23	RQMT-1994-1998 Skin; A4; ACGIH-1999
Hexanal	-	-	
Isobutyraldéhyde	-	-	

TABLEAU III (suite)
Valeurs de référence pour les agresseurs évalués

AGRESSEURS	EXPOSITION MOYENNE/8 H (mg/m ³)	LIMITES D'EXCURSION OU EXPOSITION DE COURTE DURÉE (mg/m ³)	SOURCE DES VALEURS DE RÉFÉRENCE ET NOTES
Diisocyanate d'isophorone (IPDI)	0,045	0,135 sur 30 min 0,225 à ne pas dépasser	RQMT-1994
	0,045	0,135 sur 30 min 0,225 à ne pas dépasser	EM; S; RQMT-1998
Diisocyanate d'hexaméthylène (HDI)	0,034	0,102 sur 30 min 0,170 à ne pas dépasser	RQMT-1994
	0,034	0,102 sur 30 min 0,170 à ne pas dépasser	EM; S; RQMT-1998
Monoxyde de carbone (CO)	35 ppm	200 ppm (VECD)	RQMT-1994-1998
	25 ppm	75 ppm sur 30 min 125 ppm à ne pas dépasser	ACGIH-1999
Silice cristalline, quartz	0,1	0,3 sur 30 min 0,5 à ne pas dépasser	Poussière respirable C2; RQMT-1994 C2; EM; RQMT-1998
Bruit continu	90 dB(A)	115 dB(A) 140 dB linéaire	RQMT-1994-1998
	85 dB(A)	140 dB(A, C ou linéaire)	ACGIH-1999

1994 : Tiré du Règlement sur la qualité du milieu de travail: 21 septembre 1994; Annexe A en vigueur depuis le 22 septembre 1995.

1998 : Tiré du Projet de règlement Qualité du milieu de travail. Gazette officielle du Québec, 1998.

Exposition moyenne/8 heures : La concentration moyenne, pondérée pour une période de 8 heures par jour, en fonction d'une semaine de 40 heures, d'une substance chimique présente dans l'air au niveau de la zone respiratoire du travailleur, ou le niveau de bruit continu en dB(A) équivalents pour 8 heures d'exposition. Dans le RQMT, ces valeurs sont désignées par VEMP et Leq.

VECD : Valeur d'exposition de courte durée: La concentration moyenne pondérée sur 15 minutes, pour une exposition à une substance chimique présente dans l'air au niveau de la zone respiratoire du travailleur, qui ne doit pas être dépassée durant la journée de travail, même si la valeur d'exposition moyenne pondérée est respectée. Les expositions supérieures à la VEMP et inférieures à la VECD doivent être d'une durée d'au plus 15 minutes consécutives et ne doivent pas se produire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir une période d'au moins 60 minutes entre de telles expositions.

Limites d'excursion : Ces limites s'appliquent pour les substances n'ayant pas de valeur d'exposition de courte durée. À condition que la VEMP soit respectée, des excursions peuvent excéder 3 fois cette valeur pour une période cumulée ne dépassant pas 30 minutes par jour. Toutefois, aucune de ces excursions ne peut dépasser 5 fois la VEMP pour quelque durée que ce soit. Dans le cas du bruit il s'agit des niveaux de bruit continu et d'impact à ne pas dépasser.

Note 1 : La norme correspond à la poussière ne contenant pas d'amiante et dont le pourcentage de silice cristalline est inférieur à 1 %.

IARC : International Agency of for Research on Cancer.

C2 et A2 : Effet cancérigène soupçonné chez l'humain.

A3 et C3 : Effet cancérigène démontré chez l'animal.

A4 : Not classifiable as a human carcinogen : Cause concern that they could be carcinogenic for humans but which cannot be assessed conclusively because of lack of data.

EM : Substance dont l'exposition doit être réduite au minimum conformément à l'article 5.2 du RQMT.

S : Sensibilisant.

6. MÉTHODOLOGIE ET DÉROULEMENT DE L'INTERVENTION

Les méthodes d'échantillonnage suivies par les intervenants en hygiène sont celles prescrites par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) dans le «tableau révisé des substances analysées à l'IRSST», édité en juin 1997. Les ajouts ou modifications de certaines de ces méthodes ont été conformes aux directives du laboratoire. Les analyses des échantillons ont été réalisées par l'IRSST. Le tableau IV résume les diverses méthodes et instruments utilisés pour chaque agresseur.

Les prélèvements d'air pour l'évaluation des poussières et les mesures de bruit ont été effectués en poste personnel dans la zone respiratoire, à l'extérieur de la protection respiratoire le cas échéant, ou dans la zone auditive des travailleurs. La contamination de l'environnement des fours de cuisson par le monoxyde de carbone et les aldéhydes a été documentée à l'aide d'échantillons recueillis en poste fixe ou en poste source. L'échantillonnage des isocyanates a été réalisé en poste personnel et aussi en poste fixe. Quant à la caractérisation des cendres du four à pyrolyse pour identifier la présence de silice cristalline, elle a été effectuée à partir de prélèvements de poussières déposées directement dans un four. Enfin, les conditions nécessaires à l'échantillonnage de silice à la pulvérisation ainsi que de chlorure d'hydrogène et de chlorure de vinyle lors de procédé avec lit fluidisé et poudre PVC n'ont pas été rencontrées dans les établissements visés lors des interventions.

L'ensemble des mesures environnementales dans les établissements participant au projet ont été collectées du 9 septembre au 19 novembre 1998. Les travailleurs ont été évalués en majorité durant une seule journée de travail.

La stratégie de mesure qui visait initialement d'effectuer l'échantillonnage dans les pires conditions d'exposition des travailleurs (« worst case scenario ») a été respectée pour seulement 15 % des travailleurs. En effet, les intervenants ont dû composer avec plusieurs contraintes : échancier serré des mesures, poudres ciblées utilisées sur une base irrégulière, etc. Les conditions d'exposition des autres travailleurs évalués se répartissent comme suit :

- jugées par l'intervenant comme représentative de l'exposition régulière : 40 %
- jugées plus faibles que l'exposition régulière : 8 %
- non déterminées ou information non disponible : 37 %

Les évaluations environnementales ont fait l'objet d'un rapport environnemental transmis aux milieux de travail. De plus, une copie a été acheminée au comité central du PII pour intégrer les données sur une base provinciale. La grille sur le contenu minimal d'un rapport d'échantillonnage développée par le Regroupement provincial des hygiénistes des équipes régionales a été recommandée aux intervenants comme rapport type.

TABLEAU IV

Résumé des instruments de mesure et des méthodes d'échantillonnage et d'analyse

AGRESSEUR	NUMÉRO DE LA MÉTHODE	DISPOSITIF/ INSTRUMENTS	DÉBIT (L/min)	PRINCIPE D'ANALYSE	VALEUR MINIMUM REPORTÉE (µg)
Poussières non classifiées autrement (PNCA)	48-1	Filtre #910 en CPV prépesé avec enceinte (Accu-cap)	1,5 ou 2,0	MP	25
Isocyanurate de triglycidyl-1,3,5 (TGIC)	Nouvelle méthode (336-1)	Filtre #910 en CPV prépesé avec enceinte (Accu-cap)	1,5 ou 2,0	CLHP-UV ou CPG-DCE	1,2
Aldéhydes :		Tube Orbo 23 de Supelco	0,1	CPG-SM	
Acétaldéhyde	322-1				0,09
Acroléine	284-1				0,02
Butyraldéhyde	324-1				0,1
Furfural	328-1				0,11
Formaldéhyde	329-1				3
Heptanal	321-1				0,04
Hexanal	327-1				0,07
Isobutyraldéhyde	325-1				0,03
Isovaléraldéhyde	330-1				0,05
Propionaldéhyde	323-1				0,04
Valéraldéhyde	326-1				0,3
Diisocyanate d'hexaméthylène (HDI) (monomère et oligomère)	224-2	Cassette #917 Filtre en FV prétraité en série avec filtre en téflon	1,0	CLHP-UVF	0,026 (monomère) 0,041 (oligomère)
Diisocyanate d'isophorone (IPDI) (monomère)	230-1	Cassette #917 Filtre en FV prétraité en série avec filtre en téflon	1,0	CLHP-UVF	0,033
Monoxyde de carbone		Détecteur personnel Toxilog Détecteur personnel Datalogger 190 de Dräger Pompe manuelle Dräger et tubes colorimétriques		Électrochimie Colorimétrie	
Silice cristalline, quartz		Vracs des cendres		DRX	
Bruit continu		Sono-dosimètre 4436 Bruël & Kjær Dosimètre MK-1 Sonomètre Bruël & Kjær		Critères ISO : Critère 90 dB(A) Seuil 80 dB(A) Taux de doublage 3 dB(A)	

MP : Mesure pondérale

CLHP-UV : Chromatographie en phase liquide à haute pression avec détection par UV

CLHP-UVF : Chromatographie en phase liquide à haute pression avec détection par UV et fluorescence

CPG-DCE : Chromatographie en phase gazeuse avec détecteur à capture d'électron

CPG-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

DRX : Diffraction des rayons X

Les données retenues pour l'analyse des données ont été saisies sur fichier Excel 97. À ce sujet, il est à noter que pour l'analyse des données :

- Une fonction a été attribuée à chaque personne échantillonnée à partir de la description des tâches réalisées durant la journée de mesure, incluse au rapport. Les fonctions ont été codées à l'aide de la Classification canadienne descriptive des professions (CCDP). Les établissements ont également été codés selon le secteur d'activité, à partir de la Classification des activités économiques du Bureau de la statistique du Québec (CAEQ-1984).
- Les données pour estimer l'exposition moyenne journalière des travailleurs couvrent une durée totale variable par travailleur : de 1 à 2 heures pour 12 % des travailleurs, de 2 à 3 heures pour 16 %, de 3 à 5,5 heures pour 35 % et de plus de 70 % du quart de travail pour 37 % des travailleurs.
- Une valeur d'exposition moyenne pondérée pour le quart de travail a été attribuée en considérant la valeur moyenne maximale estimée sur 8 heures, dans le cas de travailleurs où le quart de travail différait de cette durée. Cet estimé a permis de classer le travailleur dans un des quatre intervalles d'exposition quant à son exposition journalière, définis comme suit :
 - ◆ **Faible (F)**, s'il correspond à l'estimé sur 8 heures inférieur à la demie des valeurs de référence ($< \frac{1}{2}VR$);
 - ◆ **Moyen (M)**, s'il est égal ou supérieur à la moitié des valeurs de référence mais inférieur à ces dernières ($\frac{1}{2} VR \leq x < VR$);
 - ◆ **Élevé (E)**, l'estimé est égal ou supérieur aux valeurs de référence mais inférieur à deux fois ces seuils ($VR \leq x < 2 VR$);
 - ◆ **Très élevé (TE)**, l'estimé est égal ou supérieur au double des valeurs de référence ($\geq 2VR$).
- Les différents échantillons prélevés sur un même travailleur ont été utilisés pour juger du dépassement des VECD et des limites d'excursion durant la journée lorsqu'il est considéré pertinent ou encore lorsqu'ils sont recueillis à cette fin.
- Le type et l'adéquation de la protection respiratoire n'ont pas été documentés à l'échelle provinciale. Les indications recueillies ont été limitées à la disponibilité d'un masque dans l'entreprise et au port effectif de cette protection durant la période de mesure.

Quant à la caractérisation des tâches effectuées par les travailleurs, les échantillons de poussières prélevés en zone respiratoire des travailleurs ont été regroupés et codifiés pour en permettre l'analyse. Les six groupes de tâches présentés ci-après ont été définis à cette fin.

- Pulvérisation :** Le travailleur a effectué la pulvérisation des pièces à l'aide d'un pistolet électrostatique manuel durant toute la durée du prélèvement.
- Nettoyage :** Le travailleur a effectué le nettoyage de la cabine ou des équipements nécessaires à la pulvérisation par poudrage électrostatique durant toute la durée du prélèvement.
- Pulvérisation et nettoyage :** Le travailleur a effectué la pulvérisation des pièces ainsi que du nettoyage de cabine ou d'équipements durant le prélèvement.
- Pulvérisation et préparation :** Le travailleur, en plus de la pulvérisation des pièces, s'est occupé de préparer l'approvisionnement en poudre et les installations en vue du poudrage électrostatique durant le prélèvement.
- Nettoyage et préparation :** Le travailleur effectuait le nettoyage de la cabine ou des équipements nécessaires à la pulvérisation et s'occupait de l'approvisionnement en poudre durant le prélèvement.
- Tâches mixtes :** Le travailleur effectuait la pulvérisation de pièces, du nettoyage ou de la préparation d'installations et d'approvisionnement en poudre et réalisait aussi d'autres tâches de manutention de pièces ou de matériel connexes aux opérations de poudrage durant le prélèvement.

La moyenne géométrique des concentrations mesurées a été utilisée pour caractériser l'exposition des travailleurs selon la tâche effectuée. Lorsque le laboratoire indiquait dans son rapport un résultat inférieur à la valeur minimum reportée (VMR) de la méthode d'analyse pour la substance en cause, une estimation de la concentration a été attribuée au prélèvement aux fins de calculs de concentration moyenne. La concentration minimale mesurable (CMM) a d'abord été calculée à partir de la VMR et du volume d'air échantillonné lors du prélèvement. Puis, la valeur obtenue par cette CMM divisée par $\sqrt{2}$ a été utilisée comme concentration aux fins de calcul de concentration moyenne. Cette méthode de calcul a été présentée par Hornung et Reed (1990) comme une estimation assez exacte lorsqu'il n'y avait pas plus de 50 % des résultats inférieurs à la VMR dans un groupe de prélèvements dont l'écart-type géométrique (GSD) est inférieur à 3.

Hornung, R. W. et L. D. Reed (1990). Estimation of Average Concentration in the Presence of Nondetectable Values in *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, vol. 5, n° 1, pp 46-51.

7. RÉSULTATS DES MESURES DU PROJET PILOTE

La compilation des résultats d'échantillonnage a permis d'analyser sur une base provinciale les données recueillies dans les établissements du projet pilote.

Nous présentons dans une première section du chapitre, les niveaux d'exposition des travailleurs, classés faibles, moyens, élevés et très élevés aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone. Ils y sont comparés aux valeurs de référence pour un quart de travail de 8 heures (VEMP).

Les résultats des échantillons recueillis auprès des travailleurs ont été de plus comparés aux limites d'excursion (LE) pour documenter le profil d'exposition tout au cours de la journée. Puis ces données ont été revues pour chaque travailleur en regard de leur conformité à toutes les valeurs de référence applicables selon le RQMT ou l'ACGIH (VEMP et LE).

Dans la deuxième section du chapitre, le même exercice a été répété mais cette fois pour les établissements. À cette fin, les estimés des expositions les plus élevées rencontrées dans chaque établissement ont été utilisés. Il s'agit de vérifier dans quelle proportion les valeurs de référence semblent respectées dans les établissements évalués.

Comme les données disponibles sont plus nombreuses pour ces agresseurs (poussières NCA, TGIC, noir de carbone), une analyse a été réalisée dans une troisième section du chapitre, pour tenter d'établir une relation entre les résultats de chaque échantillon et les tâches et procédés en cours durant l'échantillonnage. L'objectif poursuivi est de mieux connaître les sources qui génèrent des situations à risque.

Dans la quatrième section du chapitre, les résultats d'évaluation des autres agresseurs sont présentés et discutés.

7.1 Estimés des expositions des travailleurs aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone dans les établissements: respect des valeurs de référence

Dans le cadre du projet pilote, 48 travailleurs ont été évalués dans les 19 établissements participants, soit une moyenne de 2,5 travailleurs par entreprise. Ce sont surtout des peintres (88 %; 42/48) qui ont été échantillonnés. Plusieurs types de poudres étaient utilisés par les travailleurs durant les mesures mais particulièrement des poudres à base de résine polyester et de résine époxy-polyester. Notons que la majorité des travailleurs (88 %) portaient un appareil de protection respiratoire durant l'échantillonnage. Ces informations sont détaillées au tableau V.

Afin d'alléger la présentation des tableaux de ce chapitre, l'acronyme VEMP désignera ci-après à la fois les valeurs de référence du RQMT et la recommandation de l'ACGIH concernant le TGIC pour un quart de 8 heures.

TABLEAU V

Répartition des travailleurs selon leur fonction, les résines utilisées et la protection respiratoire

		NOMBRE DE TRAVAILLEURS
Fonctions	Contremaître de peintres	1
	Peintres	42
	Aide-peintres	3
	Préposé au nettoyage de cabine	1
	Préposé au four à pyrolyse et sablage	1
Principales résines utilisées durant l'échantillonnage	Polyester	14
	Résine époxy-polyester	10
	Résine époxy et résine polyester	2
	Époxy	2
	Polyester et résine polyester-uréthane	2
	Polyuréthane	2
	Résine hybride et résine polyester	2
	Résine hybride et résine époxy	2
	Hybride non déterminé	7
	Non identifiées	5
Protection respiratoire	Portée par le travailleur	42
	Disponible	4
	Non mentionnée	2

Les estimés des expositions moyennes journalières sont présentés au tableau VI ainsi qu'à l'annexe III sous forme de distribution du nombre de travailleurs par intervalles d'exposition (F, M, E et TE). Il en ressort que:

- pour les poussières NCA, environ la moitié (51%) des travailleurs évalués (22/43) sont estimés hors norme, avec 30 % des expositions (13/43) jugées supérieures à 2 fois la norme de 10 mg/m³;
- pour le TGIC, la situation est similaire avec 49 % des travailleurs (15/31) estimés hors norme et 36 % des expositions (11/31) qui atteignent ou dépassent 2 fois la valeur de référence de 0,05 mg/m³;
- pour le noir de carbone cependant, tous les travailleurs évalués (18/18) ont des expositions qui respectent la norme de 3,5 mg/m³.

TABLEAU VI

Distribution des travailleurs évalués: estimation de leur exposition moyenne journalière par rapport aux valeurs de référence

ESTIMÉ DE L'EXPOSITION JOURNALIÈRE	NOMBRE ET POURCENTAGE DE TRAVAILLEURS					
	Poussières NCA		TGIC		Noir de carbone	
	n	%	n	%	n	%
Faible	11	26 %	14	45 %	17	94 %
Moyen	10	23 %	2	6 %	1	6 %
Élevé	9	21 %	4	13 %	0	0 %
Très élevé	13	30 %	11	36 %	0	0 %
Total	43	100 %	31	100 %	18	100 %

Lorsqu'on considère les niveaux d'exposition des travailleurs en fonction des limites d'excursion (tableau VII), des dépassements de valeurs de référence sont constatés:

Poussières NCA :

- pour plus de la moitié (52 %) des travailleurs évalués (12/23) dans le cas de la LE de 5 fois la VEMP à respecter en tout temps.;
- pour 17 % des travailleurs évalués (4/23) dans le cas de la LE de 3 fois la norme sur 30 minutes.

TGIC :

- pour la majorité (79 %) des travailleurs évalués (11/14) dans le cas de la LE de 5 fois la valeur de référence ;
- pour 7 % des travailleurs (1/14) dans le cas de la LE de 3 fois la valeur de référence sur 30 minutes.

Les estimés sur de courtes durées pour l'exposition au noir de carbone de 5 travailleurs n'ont pas mis en évidence de dépassement de LE.

TABLEAU VII

Distribution des travailleurs évalués selon leur exposition de courte durée par rapport aux limites d'excursion

EXPOSITION DE COURTE DURÉE OU LE	NOMBRE ET POURCENTAGE DE TRAVAILLEURS**					
	Poussières NCA		TGIC		Noir de carbone	
	n	%	n	%	n	%
Dépasse 5X VEMP *	12	52 %	11	79 %	0	0 %
Dépasse 3X VEMP sur 30 min	4	17 %	1	7 %	0	0 %
Non dépassée	7	31 %	2	14 %	5	100 %
Total	23	100 %	14	100 %	5	100 %

* Le décompte de ce groupe peut inclure des travailleurs dont l'exposition de courte durée dépasse également la LE de 3 fois la norme sur 30 minutes.

** Le décompte peut inclure des travailleurs dont l'exposition journalière est supérieure aux VEMP.

Suite à la présentation des résultats par contaminant, l'exposition des travailleurs a été documentée en regard de leur exposition simultanée aux trois différents types de poussières. La synthèse des données apparaît au tableau VIII.

Soulignons que le Rm d'une exposition quotidienne à plusieurs substances n'a pas été appliqué puisque ces trois agresseurs ne sont pas connus pour avoir des effets similaires sur les mêmes organes cibles.

TABLEAU VIII

Exposition simultanée des travailleurs aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone: respect des valeurs de référence

EXPOSITION SIMULTANÉE AUX POUSSIÈRES NCA, AU TGIC ET AU NOIR DE CARBONE	NOMBRE ET POURCENTAGE DE TRAVAILLEURS					
	Conformes		Hors norme		Évalués	
	n	%	n	%	n	%
VEMP	18	42 %	25	58 %	43	100 %
LE*	6	23 %	20	77 %	26	100 %
VEMP et LE	19	40 %	29	60 %	48	100 %

* Le décompte peut inclure des travailleurs dont l'exposition journalière est supérieure aux VEMP.

Ainsi l'exposition des travailleurs évalués dans les 19 établissements du projet est jugée conforme aux valeurs de référence des poussières NCA, du TGIC et du noir de carbone pour 40 % de ces derniers (19/48).

Notons de plus que des expositions importantes aux poussières NCA et au TGIC ont été rencontrées dans certains établissements. Ainsi l'exposition maximale évaluée correspond à celle d'un travailleur exposé à une concentration moyenne de poussières NCA durant son quart de travail de $616,8 \text{ mg/m}^3$ soit plus de 60 fois la norme (durée totale des mesures : 430 min); pour le TGIC, le travailleur le plus exposé a eu une concentration moyenne journalière de $0,581 \text{ mg/m}^3$ soit près de 12 fois la recommandation de l'ACGIH (durée totale des mesures : 388 min).

7.2 Expositions maximales rencontrées dans les établissements aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone: respect des valeurs de référence

Les résultats des 19 établissements à l'étude apparaissent au tableau IX. La valeur la plus élevée d'exposition à un agresseur ciblé, obtenue pour un des travailleurs évalués dans l'entreprise a été utilisée. Il faut noter que les résultats présentés pour ces trois contaminants peuvent correspondre à des travailleurs différents dans un milieu de travail donné.

Pour les poussières NCA, la norme de 10 mg/m^3 :

- est jugée non respectée dans 12 des 19 établissements évalués (63 %);
- est jugée égale ou supérieure à deux fois cette valeur dans 8 des 19 établissements évalués (42 %).

Pour le TGIC, la recommandation de $0,05 \text{ mg/m}^3$:

- est jugée non respectée dans 9 des 15 établissements évalués (60 %);
- est jugée égale ou supérieure à deux fois cette valeur dans 7 des 15 établissements évalués (47 %).

Pour le noir de carbone, la norme de $3,5 \text{ mg/m}^3$ semble respectée dans tous les établissements (9/9) évalués.

TABLEAU IX

Distribution des établissements selon le respect des valeurs de référence pour les poussières NCA, le TGIC et le noir de carbone

EXPOSITION EN FONCTION DES VALEURS DE RÉFÉRENCE (VR)		NOMBRE ET POURCENTAGE D'ÉTABLISSEMENTS					
		Conformes		Hors norme		Évalués	
		n	%	n	%	n	%
VEMP	Poussières NCA	7	37 %	12	63 %	19	100 %
	TGIC	6	40 %	9	60 %	15	100 %
	Noir de carbone	9	100 %	0	0 %	9	100 %
	3 contaminants	6	32 %	13	68 %	19	100 %
LE*	Poussières NCA	2	18 %	9	82 %	11	100 %
	TGIC	1	11 %	8	89 %	9	100 %
	Noir de carbone	3	100 %	0	0 %	3	100 %
	3 contaminants	2	15 %	11	85 %	13	100 %
VR (VEMP et LE)	3 contaminants	5	26 %	14	74 %	19	100 %

* Le décompte peut inclure des travailleurs dont l'exposition journalière est supérieure aux VEMP.

De façon globale, les estimés ou les échantillons observés pour les trois contaminants n'ont pas respecté les valeurs de référence (VEMP et/ou LE) lors des mesures pour au moins un travailleur, dans la majorité (74 %) des établissements évalués (14/19).

Il semble que le procédé soit hors contrôle dans plusieurs établissements puisque la limite d'excursion de 5 fois la valeur de référence a été dépassée dans 77 % des établissements évalués (10/13) et 53 % des établissements du projet pilote (10/19).

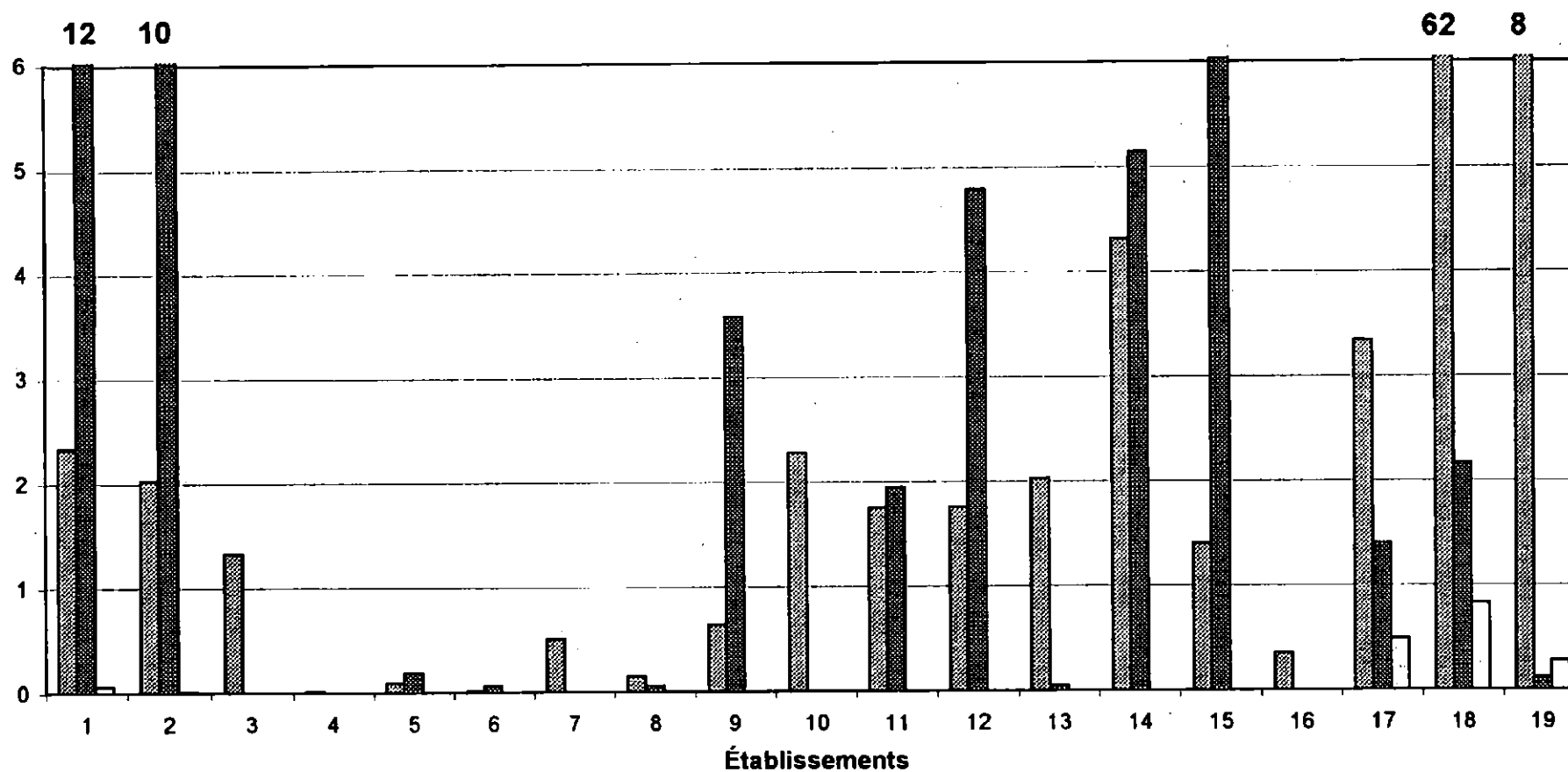
À la lumière des dépassements de valeurs de référence observés, il apparaît important de mettre en place rapidement les correctifs nécessaires pour réduire l'exposition des travailleurs. Une protection respiratoire adaptée aux niveaux d'empoussièrement rencontrés devrait être fournie aux travailleurs comme mesure temporaire.

La figure 1 de la page suivante illustre les données obtenues par établissement en regard du respect des valeurs de référence. Pour ce faire nous avons retenu dans chaque établissement le travailleur ayant la valeur la plus élevée d'exposition moyenne journalière et ce, pour chacun des contaminants évalués. Puis nous avons calculé son ratio avec la valeur de référence appropriée pour un quart de 8 heures.

FIGURE 1
Ratio entre la valeur la plus élevée d'exposition moyenne journalière estimée et les valeurs de référence selon le contaminant pour chaque établissement

■ Poussières NCA/10 mg/m³ ■ TGIC/0,05 mg/m³ □ Noir de carbone/3,5 mg/m³

Ratio : $\frac{\text{Exposition moyenne journalière}}{\text{Valeur de référence/8 heures}}$



7.3 Exposition associée aux tâches et facteurs contributifs

7.3.1 L'exposition aux poussières selon les tâches

L'évaluation environnementale des poussières en zone respiratoire des travailleurs a permis de recueillir 99 échantillons strictement durant les opérations de poudrage électrostatique dans les 19 établissements du projet. Comme le procédé et les méthodes d'échantillonnage étaient sensiblement les mêmes d'un établissement à l'autre, les échantillons ont été regroupés selon la tâche effectuée lors du prélèvement. Les groupes de tâches définis précédemment ont été utilisés à cette fin.

La synthèse des résultats relatifs aux tâches est présentée par contaminant : poussières non classifiées autrement (PNCA), isocyanurate de triglycidyle (TGIC) et noir de carbone en annexe IV. Les faits saillants de l'exposition des travailleurs aux poussières selon certaines tâches ou regroupements de tâches sont énumérés ci-après.

→ Les concentrations maximales mesurées sont très élevées.

Le tableau X présente les concentrations maximales mesurées de poussières NCA et de TGIC ainsi que les concentrations maximales estimées de noir de carbone à partir des fiches signalétiques. Pour les deux premiers contaminants, la valeur de référence est dépassée d'au moins trois fois peu importe la tâche exécutée; pour le noir de carbone la concentration maximale estimée n'excède la valeur de référence qu'au nettoyage. Il faut également remarquer la forte proportion de prélèvements excédant la valeur de référence de 10 mg/m³ pour les poussières NCA dans toutes les tâches impliquant du nettoyage. Dans le cas du TGIC, la proportion de prélèvements supérieurs à la valeur de référence de 0,05 mg/m³ atteint ou dépasse 50 % pour les tâches «Nettoyage» et «Pulvérisation et préparation»

→ Les concentrations moyennes des échantillons de poussières NCA sont supérieures à 5 mg/m³ pour les six groupes de tâches.

→ Dans toutes les tâches impliquant du nettoyage, les concentrations moyennes des échantillons de poussières NCA dépassent la valeur de référence de 10 mg/m³.

Ces deux affirmations sont déduites de la figure 2 portant sur la moyenne géométrique des concentrations de poussières NCA selon la tâche effectuée.

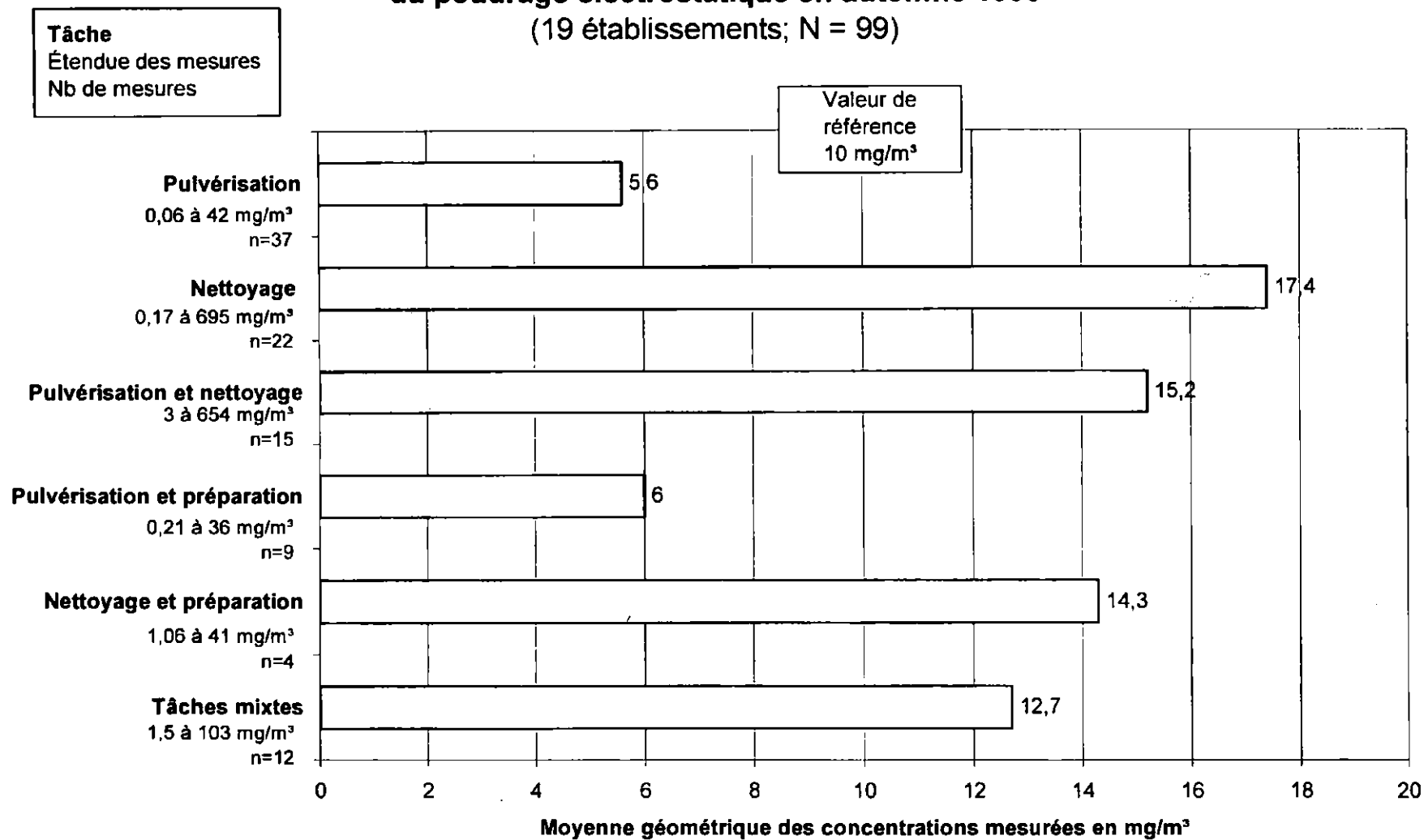
TABLEAU X

Proportion des prélèvements supérieurs à la valeur de référence et concentrations maximales en zone respiratoire des travailleurs selon la tâche et le contaminant lors du poudrage électrostatique *

TÂCHES	POUSSIÈRES NCA (19 établissements; N = 99)			TGIC (14 établissements; N = 75)			NOIR DE CARBONE (12 établissements; N = 42)		
	Prélèvements > 10 mg/m ³ Nombre proportion		Concentration maximale mesurée (mg/m ³)	Prélèvements > 0,05 mg/m ³ Nombre proportion		Concentration maximale mesurée (mg/m ³)	Prélèvements > 3,6 mg/m ³ Nombre proportion		Concentration maximale estimée (mg/m ³)
Pulvérisation	14/37	38 %	42	11/31	35 %	1,32	0/16	0 %	0,42
Nettoyage	13/22	59 %	695	11/19	58 %	1,93	2/10	20 %	6
Pulvérisation et nettoyage	9/15	60 %	654	3/7	43 %	0,26	0/8	0 %	2,98
Pulvérisation et préparation	3/9	33 %	36	2/4	50 %	0,24	0/2	0 %	0,04
Nettoyage et préparation	3/4	75 %	41	1/3	33 %	1,77	0/3	0 %	2,02
Tâches mixtes	8/12	67 %	103	4/11	36 %	1,3	0/3	0 %	3,25
Toutes les tâches confondues	50/99	50 %	695	32/75	43 %	1,93	2/42	5 %	6

* Pour plus de détails sur la répartition des prélèvements selon la concentration du contaminant et la tâche, consulter la synthèse des résultats à l'annexe IV.

FIGURE 2
Exposition des travailleurs aux poussières (PNCA) selon la tâche effectuée lors
du poudrage électrostatique en automne 1998
(19 établissements; N = 99)



- Quand les poudres contiennent du TGIC, la moyenne des concentrations dépasse la valeur de référence de $0,05 \text{ mg/m}^3$, peu importe la tâche exécutée.

La figure 3 présente la moyenne géométrique des concentrations de TGIC selon la tâche effectuée. Lorsque tous les prélèvements analysés sont regroupés, c'est-à-dire lors de poudrage avec toute formulation contenant ou non du TGIC, la moyenne géométrique des concentrations de TGIC est supérieure à la valeur de référence de $0,05 \text{ mg/m}^3$ pour les tâches «Nettoyage» et «Nettoyage et préparation». Lorsque seulement les prélèvements effectués lors de poudrage avec une formulation contenant du TGIC sont regroupés, la moyenne géométrique des concentrations dépasse $0,05 \text{ mg/m}^3$ pour toutes les catégories de tâches.

- Quand le TGIC est présent dans la formulation et que la concentration de poussières NCA est supérieure à 5 mg/m^3 , la concentration de TGIC mesurée dépasse la valeur de référence de $0,05 \text{ mg/m}^3$.

Le tableau XI indique la répartition des prélèvements de TGIC supérieurs à la valeur de référence selon la classe de concentration mesurée de poussières NCA et l'information contenue dans les fiches signalétiques des poudres utilisées. Rappelons que l'analyse du TGIC était effectuée sur le prélèvement de poussières NCA directement.

Quand le TGIC est déclaré absent de la formulation, on obtient des concentrations supérieures à la valeur de référence seulement lorsque la concentration de poussières NCA dépasse 20 mg/m^3 . Par contre, si le TGIC est présent dans la formulation, des concentrations supérieures à la valeur de référence ont été observées dès $2,5 \text{ mg/m}^3$ de poussières NCA et de façon systématique quand la concentration de poussières NCA est supérieure à 5 mg/m^3 .

- Les concentrations moyennes de noir de carbone estimées à partir des fiches signalétiques sont faibles.

La figure 4 présente la moyenne géométrique des concentrations de noir de carbone estimées selon la tâche effectuée lors du poudrage électrostatique. Cette moyenne varie de $0,05 \text{ mg/m}^3$ à 1 mg/m^3 selon la tâche alors que la valeur de référence pour ce contaminant est de $3,5 \text{ mg/m}^3$.

FIGURE 3
Exposition des travailleurs au TGIC selon la
tâche effectuée lors du poudrage électrostatique en automne 1998
(14 établissements)

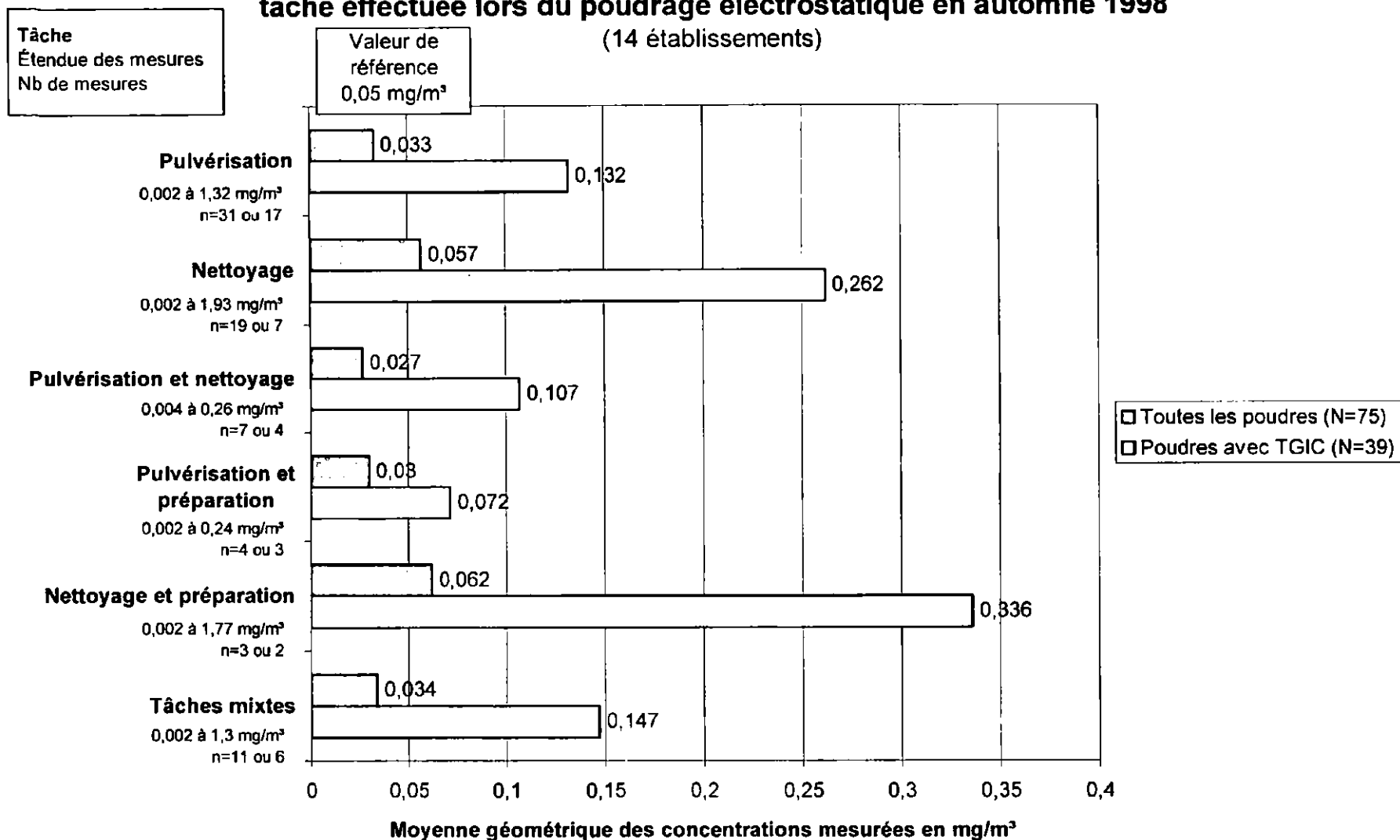


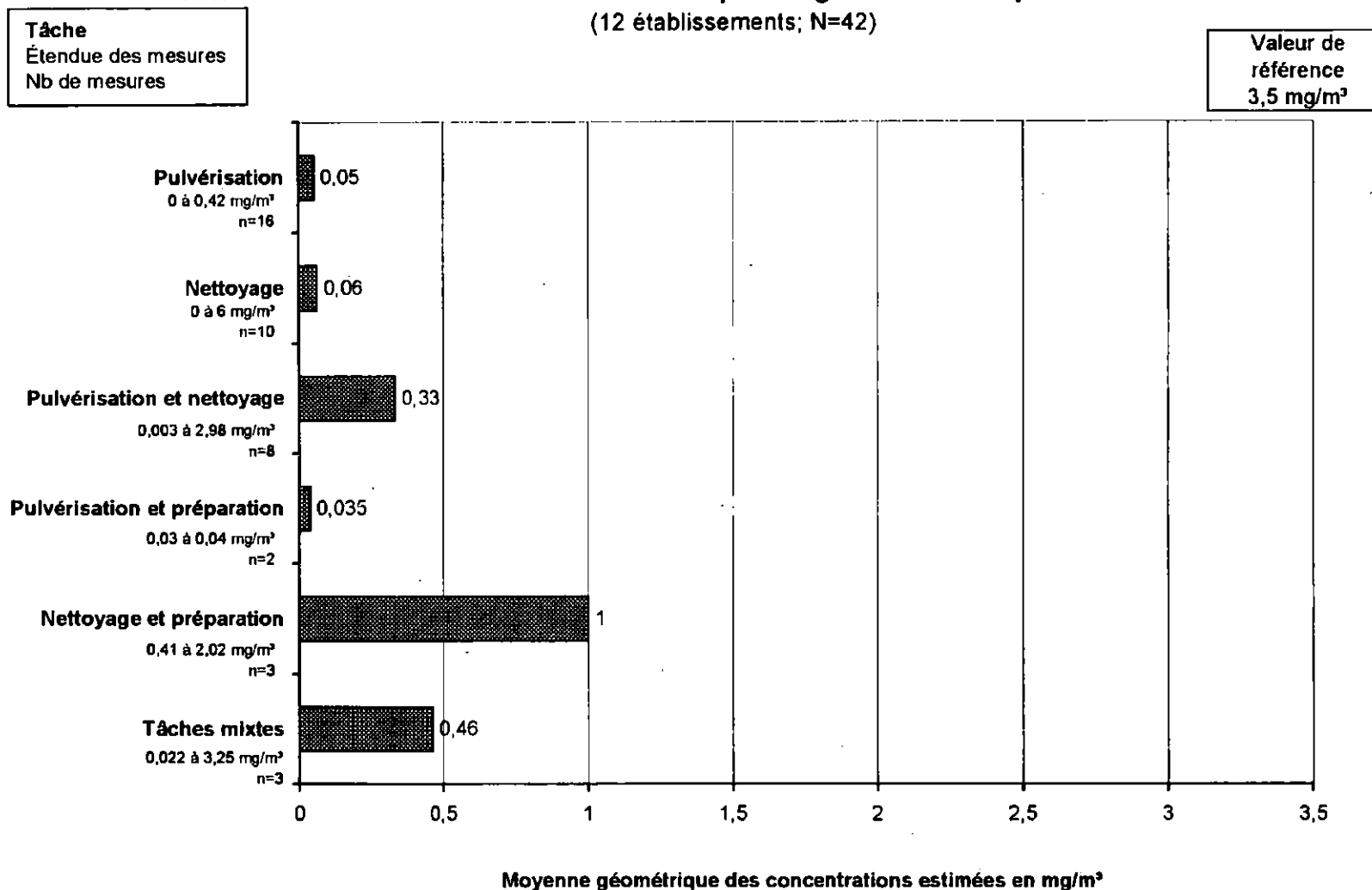
TABLEAU XI

Répartition des prélèvements de TGIC dépassant la valeur de référence (0,05 mg/m³) selon la concentration de PNCA en zone respiratoire des travailleurs et l'information contenue dans les fiches signalétiques des poudres utilisées (N=75)

Classe de concentration de PNCA en mg/m ³	Nombre de prélèvements de TGIC supérieurs à 0,05 mg/m ³ selon le % TGIC inscrit sur les fiches signalétiques des poudres			Nombre total de prélèvements de TGIC supérieurs à 0,05 mg/m ³ (%)
	0 %	% connu	% non disponible *	
0,01 – 2,49	0/3	0/9	0/3	0/15 (0 %)
2,50 – 5,00	0/4	1/2	1/4	2/10 (20 %)
5,01 – 10,00	0/2	3/3	1/3	4/8 (50 %)
10,01 – 20,00	0/2	6/6	1/3	7/11 (63,6 %)
20,01 – 50	2/4	9/9	1/5	12/18 (66,7 %)
50,01 et plus	1/5	1/1	6/7	8/13 (61,5 %)
Total	3/20 (15 %)	20/30 (66,7 %)	10/25 (40 %)	33/75 (44 %)

* Dans le rapport d'échantillonnage en 1998

FIGURE 4
Exposition estimée des travailleurs au noir de
carbone selon la tâche effectuée lors du poudrage électrostatique en automne 1998
(12 établissements; N=42)



7.3.2 Les facteurs contributifs à l'exposition des travailleurs aux poussières

L'analyse des données relatives aux tâches et les observations faites durant l'échantillonnage permettent de déduire les facteurs contributifs à l'exposition des travailleurs aux poussières NCA. Ainsi :

- Le **nettoyage** apparaît comme la tâche contribuant le plus à l'exposition des travailleurs. Selon les observations contenues dans les rapports d'échantillonnage, c'est le jet d'air comprimé utilisé lors du nettoyage qui remet en suspension la poussière du procédé et serait à l'origine des concentrations élevées mesurées en zone respiratoire des travailleurs. De plus, dans les établissements où les changements de couleur ont lieu plusieurs fois par jour, les tâches de nettoyage sont d'autant plus fréquentes et l'exposition des travailleurs aux poussières est plus importante.
- La **pulvérisation** expose aussi les travailleurs aux poussières et à leurs constituants. Les facteurs contributifs observés durant l'échantillonnage sont les suivants :
 - ◆ Disposition de la ventilation par rapport au peintre

Parfois celui-ci se trouve entre la pièce à peindre et le ventilateur d'extraction.
 - ◆ Proximité de pistolets automatiques

Dans les établissements où les peintres pulvérisent à proximité des pistolets automatiques, les concentrations de poussières NCA varient de 14 à 42 mg/m³ en zone respiratoire.
 - ◆ Conception de la cabine

Les ouvertures opposées ou presque face à face des postes de pulvérisation amènent la projection inopinée de poudre en zone respiratoire des peintres l'un en face de l'autre. L'étanchéité de la cabine laisse parfois à désirer.
 - ◆ Ventilation insuffisante ou non balancée.
 - ◆ Taille des pièces à peindre

Lorsque les pièces sont plus petites ou plus grandes que celles pour lesquelles la cabine de pulvérisation a été construite, le

peintre doit modifier ses méthodes de travail, ce qui peut contribuer à l'exposer davantage (s'avancer dans l'ouverture, pulvériser de côté, etc.).

- ◆ Obligation de se pencher dans l'ouverture de la cabine

Le peintre peut devoir se pencher pour être en mesure de rejoindre le dessous d'une pièce ou un « coin » particulier difficile à atteindre. La vitesse de la chaîne de production et sa position peuvent également être inappropriées de telle sorte qu'il doit s'étirer pour rejoindre la pièce à pulvériser.

- ◆ Formulations plus « volatiles »

Certaines poudres noires semblent créer un nuage restant en suspension dans l'air ambiant plus longtemps que d'autres, ajoutant ainsi à l'exposition des travailleurs.

- Dans le cas de la **préparation** des opérations de poudrage électrostatique, trois facteurs contribuent à l'exposition des travailleurs aux poussières :

- ◆ Transvasage de sacs de poudre dans le réservoir d'alimentation.
- ◆ Ouverture/fermeture des boîtes de peinture et contenants de récupération.
- ◆ Brassage manuel dans le réservoir pour éviter le colmatage de la poudre à cause de l'humidité.

De façon plus spécifique, les facteurs contributifs à l'exposition des travailleurs au TGIC concernent notamment :

- La fréquence d'utilisation des formulations contenant du TGIC, le pourcentage de TGIC dans les formulations et leur durée d'utilisation durant une journée de travail.
- Les tâches remettant en suspension la poussière du procédé :
 - ◆ Nettoyage au jet d'air comprimé : jusqu'à 1,93 mg/m³;
 - ◆ Pulvérisation : jusqu'à 1,32 mg/m³;
 - ◆ Tâches mixtes : de 0,24 jusqu'à 1,77 mg/m³.

➤ L'empoussièrément général

Comme on l'a vu dans le tableau XI, si le TGIC est présent dans la formulation, sa concentration en zone respiratoire dépasse la valeur de référence de 0,05 mg/m³ lorsque l'empoussièrément est supérieur à 5 mg/m³.

7.4 Analyse des résultats pour les autres agresseurs

7.4.1 Évaluation des aldéhydes totaux

L'échantillonnage des aldéhydes a été réalisé en poste fixe seulement, principalement à la sortie du four de cuisson des pièces, lorsque le poudrage électrostatique était effectué avec une formulation polyester. La température de cuisson rapportée soit dans la grille d'observation, soit dans le rapport d'échantillonnage, se situait entre 162 °C au minimum et 218 °C au maximum pour la majorité des établissements (15/19); elle était plus élevée dans les autres. De plus dans deux établissements, cette température était plus élevée que rapportée dans la grille au moment de l'échantillonnage, soit 243 °C et 274 °C respectivement.

Le tableau XII présente les résultats de 36 prélèvements d'aldéhydes pour lesquels le dosage de 11 substances a été réalisé. L'acroléine est la seule substance présente systématiquement, à des concentrations très faibles de l'ordre de 3 % de la valeur de référence de 0,23 mg/m³. La concentration la plus élevée obtenue (0,051 mg/m³) a été mesurée à la sortie d'un four où la température de cuisson était fixée à 243 °C. L'acétaldéhyde, l'hexanal et l'isobutyraldéhyde ont également été décelés mais de façon occasionnelle en faible concentration. Les 7 autres substances analysées n'étaient pas en concentration suffisante pour dépasser la valeur minimum reportée de la méthode d'analyse : butyraldéhyde, furfural, formaldéhyde, heptanal, isovaléraldéhyde, propionaldéhyde, valéraldéhyde.

Le nombre et la durée des prélèvements à la sortie du four de cuisson permettent d'affirmer que lors de poudrage électrostatique avec une formulation polyester, on peut s'attendre à l'émission d'aldéhydes en faible concentration dans l'air ambiant malgré l'évacuation des gaz de cuisson du four directement à l'extérieur de l'établissement. En effet, 94 % des établissements évalués possèdent une évacuation des gaz de cuisson à l'extérieur, selon la visite effectuée en 1997.

Cependant, les données sont insuffisantes pour tenter une corrélation entre l'émission des aldéhydes et des paramètres environnementaux tels que la température, la ventilation ou la composition précise des poudres pulvérisées lors de l'échantillonnage.

Sachant que la dégradation des résines dépend principalement de la température et la durée de cuisson, réglée par la vitesse de la chaîne, les consignes du fabricant quant à ces deux paramètres d'opération doivent être suivies scrupuleusement.

TABLEAU XII

Données brutes d'évaluation des aldéhydes totaux en poste fixe

POSTES FIXES	PRÉLÈVEMENTS		CONCENTRATIONS MESURÉES EN mg/m ³ ¹				
	Nb	Durée moyenne	Acétaldéhyde	Acroléine	Hexanal	Isobutyral- déhyde	Autres substances ²
Entrée du four	6	160 min	< VMR ³	0,003 (n=6) C _{max} = 0,005	< VMR	< VMR	< VMR
Sortie du four	27	178 min	< VMR (n=19) 0,054 (n=8) C _{max} = 0,2	0,007 (n=27) C _{max} = 0,051	< VMR (n=23) 0,018 (n=4) C _{max} = 0,02	< VMR (n=26) 0,004 (n=1)	< VMR (n=27)
Sortie du séchoir	1	307 min	0,022	0,005	< VMR	< VMR	< VMR
Poste de décrochage près de la sortie du four	1	138 min	0,130	0,004	< VMR	0,005	< VMR
Entrée de l'atelier	1	378 min	< VMR	< VMR	< VMR	< VMR	< VMR

Établissements évalués : 17
Nombre de prélèvements : 36

¹ Le tableau présente la moyenne arithmétique des concentrations mesurées lorsque pertinent ainsi que la concentration maximale.

² La méthode d'échantillonnage et d'analyse permet le dosage de 11 substances. Comme pour 7 d'entre elles aucune donnée n'était supérieure à la valeur minimum reportée de la méthode d'analyse, elles n'ont pas été identifiées dans le tableau. Il s'agit du butyraldéhyde, furfural, formaldéhyde, heptanal, isovaléraldéhyde, propionaldéhyde, valéraldéhyde.

³ VMR : Valeur minimum reportée de la méthode d'analyse pour la substance en cause.

7.4.2 Évaluation des isocyanates

Seulement trois établissements sur les 5 planifiés ont fait l'objet d'évaluation d'isocyanates durant la pulvérisation de poudres de type polyuréthane. Le tableau XIII fait état des 6 échantillons prélevés en zone respiratoire d'un peintre et des trois prélèvements en poste fixe à la sortie du four de cuisson.

Le four possède une évacuation des gaz de cuisson à l'extérieur dans les trois établissements. Il est opéré dans deux établissements à environ 200 °C, dans le troisième à 243 °C.

Le petit nombre d'échantillons et la courte durée des prélèvements interdisent toute extrapolation, toutefois la présence de diisocyanate d'isophorone (IPDI) en zone respiratoire d'un travailleur ainsi qu'à la sortie d'un four suggère la poursuite des évaluations afin de mieux documenter la nature et l'ampleur de l'exposition des travailleurs lors d'usage de poudre de type polyuréthane.

TABLEAU XIII

Données brutes d'évaluation d'isocyanates en postes fixes et personnels

POSTES	PRÉLÈVEMENTS		CONCENTRATIONS MESURÉES EN mg/m ³		
	Nombre	Durée (min)	HDI monomère	HDI oligomère	IPDI monomère
Peintre ¹ Application de poudre polyuréthane	2	84 et 85	< VMR ²	< VMR	0,001
	2	17 et 18	< VMR	< VMR	< VMR
Peintre ¹ Nettoyage de cabine avec balai raclette et jet d'air comprimé	2	8	< VMR	< VMR	< VMR
Poste fixe à la sortie du four	2	15 18	< VMR	< VMR	0,006 porte fermée 0,011 porte ouverte
	1	15	< VMR	< VMR	non effectué

Établissements évalués : 3
Nombre de prélèvements : 9

1 Poste personnel

2 VMR : Valeur minimum reportée de la méthode d'analyse pour la substance en cause.

7.4.3 Évaluation du monoxyde de carbone

L'échantillonnage du monoxyde de carbone (CO) a été effectué dans 13 établissements près du four de cuisson, auprès des caristes, du peintre ou en ambiance dans le département. Le tableau XIV présente les données recueillies selon les différentes méthodes d'échantillonnage utilisées. Il indique des concentrations de CO inférieures à 20 % de la valeur de référence de 35 ppm sauf dans deux établissements (jusqu'à 57 % de la valeur de référence) où la source identifiée était dans un cas le chariot élévateur et dans l'autre, le brûleur au propane du four.

Étant donné le petit nombre de mesures et la variété des méthodes d'échantillonnage utilisées, on ne peut conclure à l'absence de risque pour le CO malgré les faibles concentrations observées lors des opérations de poudrage électrostatique.

Par ailleurs, ces données bien que parcellaires soulignent l'utilité d'un programme d'entretien préventif des équipements émettant du CO dans le contrôle de l'exposition des travailleurs : brûleur, chariot élévateur.

TABLEAU XIV

Données brutes d'évaluation du monoxyde de carbone en postes fixes et personnels

POSTES	PRÉLÈVEMENTS			CONCENTRATIONS MESURÉES EN PPM		REMARQUES
	Méthode	Nombre	Durée (min)	Moyenne	Maximale	
Cariste	ILD- Dosimétrie personnelle	2	192 et 128	16 et 20	—	Chariot élévateur au propane; portes ouvertes.
Près du peintre	ILD- Dosimétrie poste fixe	1	101	2	—	
Sortie du four	ILD- Dosimétrie poste fixe	4	300 à 471	0 à 5	4 à 8	Présence d'objets peints dans le four; chariot élévateur au propane.
Entrée du four	ILD- Dosimétrie poste fixe	1	361	< 1	1	
Près du four (entrée et/ou sortie)	ILD- Dosimétrie poste fixe	2	< 5	0	—	
	Colorimétrie longue durée	1	360	7	—	
	Colorimétrie poste fixe	3	< 5	2	2	
Air ambiant du département	ILD- Dosimétrie poste fixe	1	nd	7	18	Four au propane; maximum à l'ouverture des portes.
	Colorimétrie poste fixe	1	< 5	faible (< 10)	—	Présence d'un chariot élévateur.

Établissements évalués : 13
Nombre de prélèvements : 16

ILD : Instrument à lecture directe avec cellule électrochimique
nd : non disponible dans le rapport d'échantillonnage en 1998

7.4.4 Évaluation du bruit et des autres contaminants

Dans trois établissements, l'exposition personnelle des travailleurs au **bruit** a été évaluée par dosimétrie sur des périodes variables couvrant de 2 h 30 jusqu'à 6 h 40 du quart de travail. Un total de 18 mesures a permis de dresser la synthèse suivante des niveaux sonores équivalents par fonction.

TABLEAU XV

Résumé des niveaux d'exposition au bruit mesurés lors du poudrage électrostatique dans trois établissements en automne 1998

FONCTION	NOMBRE DE TRAVAILLEURS ÉVALUÉS	NIVEAUX SONORES ÉQUIVALENTS $L_{eq} - 8 \text{ H EN dB(A)}$
Peintre	3	85 à 93
Accrocheur-décrocheur	4	89 à 96
Préposé au four à pyrolyse	3	86 à 91
Autres travailleurs	8	82,5 à 90

Ces données indiquent que les travailleurs évalués sont exposés à des niveaux sonores susceptibles de porter atteinte à leur audition à plus ou moins long terme.

L'analyse des cendres du four à pyrolyse d'un établissement n'a pas mis en évidence la présence de **quartz**, si bien que l'échantillonnage de ce contaminant n'a pas été poursuivi à ce poste. Par ailleurs, il n'a pas été possible dans les établissements visés au moment des évaluations de vérifier le contenu en silice cristalline des poussières émises lors de la pulvérisation ou du nettoyage des cabines. Comme certaines poudres pourraient contenir de la silice cristalline comme contaminant des formulations, il serait opportun d'effectuer cette vérification éventuellement.

Par ailleurs, mentionnons qu'une évaluation non prévue au départ a été effectuée au poste d'un préposé au four à pyrolyse et au sablage. Elle a permis de mettre en évidence la présence de **chromate de plomb** en faible concentration (environ 2 % de la valeur de référence de 0,012 mg/m³).

Quant au **chlorure d'hydrogène** et **chlorure de vinyle**, les conditions nécessaires à l'échantillonnage de ces contaminants, soit les opérations avec lit fluidisé et formulation polychlorure de vinyle, n'ayant pas été rencontrées, aucune donnée d'évaluation environnementale n'a pu être recueillie.

8. LIMITES DE L'ÉTUDE

La présente étude a été tenue dans le contexte de vérifier la présence et l'importance de certains risques pour la santé associés au procédé de poudrage électrostatique. Il importe de situer les limites associées à la démarche retenue et leur impact sur l'interprétation et la portée des résultats de mesure.

8.1 Limites associées à la méthodologie utilisée

La documentation des poussières aéroportées rencontrées à un poste de poudrage électrostatique est complexe en raison notamment de la multiplicité des ingrédients qui peuvent être inclus dans les poudres utilisées. Ainsi les formulations des résines peuvent contenir du TGIC, du noir de carbone, de la silice cristalline, etc. La mesure des poussières NCA est normalement limitée à l'étude des particules qui ne contiennent pas de contaminants connus pouvant causer une fibrose ou ayant un effet systémique. Dans le cadre du projet, les évaluations ont porté sur des ingrédients ciblés dans les formulations et, de façon concomitante, sur les poussières NCA et ce, même en présence de contaminants dans les poudres rencontrées.

Par ailleurs, la méthode d'échantillonnage des poussières sur cassettes fermées avec enceinte (Accu-cap) a été respectée pour 78 des 99 prélèvements, les autres ayant été effectués avec des cassettes fermées conventionnelles. Dans l'ensemble le risque de sous-estimation des concentrations réelles de poussière au moment de l'échantillonnage est faible.

Les concentrations estimées de noir de carbone n'ont pas fait l'objet d'analyse poussée parce que d'une part, il s'agit d'estimations à partir de pourcentages sur des fiches signalétiques et d'autre part, le nombre de prélèvements pertinents était insuffisant. Si une méthode d'échantillonnage et d'analyse avait été disponible pour quantifier le noir de carbone, il aurait été intéressant de comparer le pourcentage obtenu dans les poussières aéroportées et celui déclaré sur la fiche signalétique puisqu'il y a récupération des poudres durant le procédé.

8.2 Limites associées à la représentativité des mesures

Le choix des établissements à l'étude a été basé sur l'utilisation de telle résine ou telle formulation, et non de façon à obtenir un échantillon représentatif des utilisateurs de ce procédé. Cet échantillon constitue 19 % des établissements effectuant du poudrage électrostatique au Québec. Selon les données recueillies par questionnaire lors des visites, les établissements du projet pilote regroupent une plus forte proportion d'usines opérant à temps plein, effectuant un ou plusieurs changements de couleur par jour, dans lesquelles l'empoussièremment y avait été jugé plus important. Quant aux autres paramètres, le degré de concordance observé entre l'échantillon des établissements du projet pilote et l'ensemble des utilisateurs identifiés a été constaté a posteriori.

Le nombre d'établissements retenus par le comité central pour évaluation d'un contaminant a varié en fonction d'un jugement sur la probabilité de le rencontrer dans les milieux de travail. La banque de données disponibles pour chaque agresseur est donc disparate en ce sens, plus ou moins riche selon le cas. Il en est de même pour le nombre de travailleurs ou de postes évalués, qui a été variable pour chaque établissement. Les agresseurs retenus pour les mesures ont aussi été sélectionnés la journée de l'échantillonnage selon les résines utilisées et leur formulation. La banque de données ne correspond pas à des résultats obtenus à partir d'un devis d'échantillonnage standardisé : un même type de résine utilisé dans tous les établissements, mesures dans des conditions représentatives de l'exposition habituelle, x sur y travailleurs de chaque fonction évalués, une série d'agresseurs mesurés de façon systématique, etc. L'agrégation de ces données non standardisées (codification CCDP, calculs de l'exposition si l'horaire était irrégulier, etc.) a été faite en fonction des informations présentées dans le rapport environnemental. C'est dans ce contexte que les résultats d'exposition personnelle ont été regroupés selon des intervalles d'exposition et non d'un traitement statistique des données (moyenne géométrique, etc.)

Pour l'évaluation des expositions des travailleurs, les mesures ont été réalisées en majorité durant une seule journée. Il s'agit dans plusieurs cas d'un estimé des expositions puisque seulement 37 % des travailleurs ont été évalués durant 70 % de leur quart de travail ou plus.

Les moyennes géométriques des concentrations obtenues pour caractériser les différentes tâches sont basées sur un petit nombre de prélèvements (inférieur à 20 pour la plupart des tâches). Elles doivent donc être utilisées comme indicateurs de problèmes plutôt que comme données exactes d'exposition comparables.

Compte tenu des limites de l'étude, il faut se garder d'utiliser les résultats de mesure comme d'un portrait précis et descriptif de l'exposition de tous les travailleurs qui oeuvrent dans ce domaine. De plus, il y a nécessité de poursuivre la documentation des risques rencontrés puisque dans certains cas, les évaluations nous donnent des pistes de réponse à valider et dans d'autres cas, certains agresseurs non inclus dans le programme de mesure restent à quantifier. Cependant nous croyons ces données suffisantes pour l'atteinte de l'objectif du projet pilote. On peut conclure qu'il y a des indications de problèmes d'exposition dans les établissements qui utilisent ce procédé.

9. CONCLUSIONS

Suite à cette étude exploratoire centrée sur l'évaluation de plusieurs agresseurs associés au procédé de poudrage électrostatique dans 19 établissements sélectionnés, les données obtenues nous permettent d'estimer que :

- L'exposition de 60 % (29/48) des travailleurs évalués n'a pas respecté la VEMP ou une LE ou encore ces deux types de normes.
- L'exposition d'un travailleur ou plus n'a pas respecté la VEMP ou une LE dans la majorité des établissements soit 74 % (14/19), si l'on considère l'ensemble des valeurs de référence applicables aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone.
- Les évaluations relatives au noir de carbone, quoique plus limitées, n'ont pas mis en évidence de dépassement des valeurs de référence.
- Des expositions importantes ont été rencontrées dans certains établissements. L'exposition maximale aux poussières NCA, évaluée chez un travailleur correspond à une concentration moyenne durant le quart de travail de plus de 60 fois la norme; pour le TGIC, le travailleur le plus exposé a eu une exposition moyenne journalière de près de 12 fois la recommandation de l'ACGIH.
- Les activités de nettoyage des cabines avec un jet d'air lors des changements de couleur sont un facteur contributif prépondérant à l'exposition des travailleurs aux poussières NCA, au TGIC et au noir de carbone. Plusieurs autres facteurs tels la conception des cabines, de la ventilation, la préparation des poudres et les méthodes de travail peuvent générer des niveaux d'empoussièrement élevés. Par ailleurs, l'analyse des résultats de mesure lors de l'utilisation de poudres contenant du TGIC semble indiquer que la recommandation de l'ACGIH pour cet agresseur ($0,05 \text{ mg/m}^3$) pourrait être dépassée de façon systématique lorsque la concentration de poussières NCA est supérieure à 5 mg/m^3 (50 % norme). Donc dans certaines situations, la concentration de poussières NCA pourrait respecter la norme de cet agresseur alors que simultanément le travailleur pourrait être surexposé au TGIC.
- Les mesures d'aldéhydes dans le voisinage des fours lors de la cuisson des revêtements polyester ont mis en évidence la présence de quatre substances, l'acétaldéhyde, l'acroléine, l'hexanal et l'isobutyraldéhyde à des niveaux faibles. Les autres aldéhydes mesurés n'ont pas été détectés lors de l'analyse. Il s'agit du butyraldéhyde, furfural, formaldéhyde, heptanal, isovaléraldéhyde, propionaldéhyde et valéraldéhyde. Les installations observées ne confinent pas entièrement les produits de dégradation des résines. Des données supplémentaires permettraient d'établir une relation

entre la température de cuisson, la vitesse d'opération et l'émission d'aldéhydes.

- Quant aux isocyanates et plus spécifiquement l'IPDI et le HDI, les quelques prélèvements de courte durée ont mis en évidence la présence en quantités faibles par rapport à la norme, de monomères d'IPDI à la sortie d'un four de cuisson de poudres polyuréthane mais également dans la zone respiratoire d'un peintre durant la pulvérisation.
- Dans 91 % des cas observés (42/46 travailleurs), un équipement de protection respiratoire était porté par le travailleur durant les mesures.

Les données obtenues lors de cette étude présentent plusieurs limites documentées dans la section précédente. Nonobstant ces dernières, elles permettent de conclure que le procédé de poudrage électrostatique, qui comporte des avantages techniques importants pour les entreprises qui l'utilisent, peut présenter des situations à risque pour la santé des travailleurs. Des évaluations en conséquence doivent être effectuées et les correctifs nécessaires doivent être apportés pour prévenir l'apparition de problèmes de santé. En intégrant tôt l'analyse de risque et les méthodes de réduction de l'exposition des travailleurs, en concertation avec les divers partenaires (employeur, travailleur, fabricant de poudres, installateur d'équipement, ASP, etc.) dans l'implantation d'un procédé en expansion, on se donne les chances de mettre en place des solutions durables et adaptées aux milieux de travail.

10. RECOMMANDATIONS

Les résultats de l'évaluation environnementale de contaminants cibles, dans les établissements participant au projet pilote, nous amènent à recommander d'une part, une démarche de contrôle des expositions aux poussières NCA et au TGIC dans les établissements qui seraient problématiques. D'autre part, ils nous permettent de statuer sur le besoin d'un volet santé au programme d'intervention intégré sur le poudrage électrostatique. Au niveau environnemental, ce volet santé devrait viser à fournir aux établissements :

- des éléments de solution aux problèmes de conception des cabines, de la ventilation et des installations afin de réduire l'exposition des travailleurs;
- les moyens ou expertises nécessaires pour soutenir la démarche de contrôle des expositions rencontrées, notamment lors du nettoyage;
- des outils de formation sur les techniques d'opération (température, vitesse d'opération, etc.) et sur les méthodes de travail adaptées à ce procédé incluant des alternatives à l'utilisation du jet d'air comprimé pour le nettoyage des cabines et équipements;

- l'information sur les agresseurs associés aux substances contenues dans les poudres, selon les formulations et les conditions d'utilisation ainsi que sur les moyens de protection les plus adaptés au procédé.

De plus, comme pour certains contaminants cibles l'évaluation environnementale n'a pas été concluante et que d'autres substances toxiques présentes dans les poudres n'ont pas fait l'objet d'échantillonnage, il est recommandé d'organiser une évaluation complémentaire de quelques contaminants cibles afin de mieux documenter la nature et l'ampleur de l'exposition des travailleurs. Les contaminants visés sont :

- la silice cristalline;
- les isocyanates lors d'utilisation de poudres polyuréthane;
- l'anhydride trimellitique (TMA) lors d'utilisation de poudres époxy.

Annexe I

**Poudrage électrostatique
Matériel et mesures de sécurité**

CSST, 1996



Pouçrage électrostatique

*Matériel et
mesures de sécurité*

CSST

Commission
de la santé
et de la sécurité
du travail

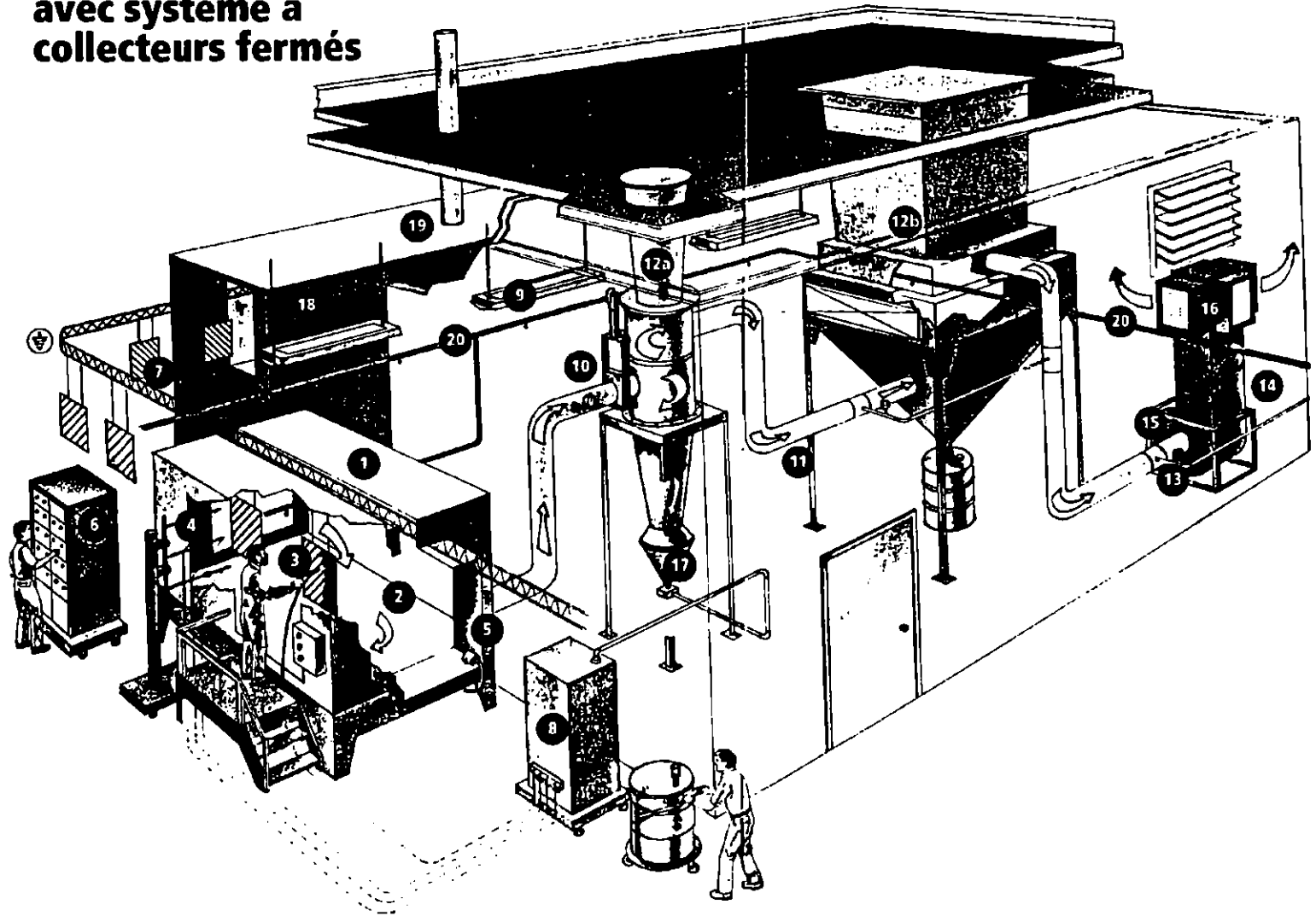
Installation de poudrage avec système à collecteurs fermés

Au Québec, l'application de peinture par poudrage électrostatique est un procédé relativement récent, mais qui tend à se répandre de plus en plus. Or, certains dangers sont liés à l'utilisation de ce procédé. Par exemple, la présence de poussières combustibles dans l'air représente des risques d'explosion et d'incendie, particulièrement dans les composantes du système de récupération des poudres. De plus, certaines poudres peuvent contenir des éléments toxiques dont la recirculation est prohibée.

Les objectifs de la CSST sont de s'assurer :

- que le matériel est conçu, installé et utilisé selon les normes de sécurité;
- que les méthodes de travail sont sûres;
- et que les poudres utilisées sont sans danger pour la santé des travailleurs.

Cette brochure illustre les différentes composantes d'une installation de poudrage électrostatique et décrit les mesures de sécurité à respecter.



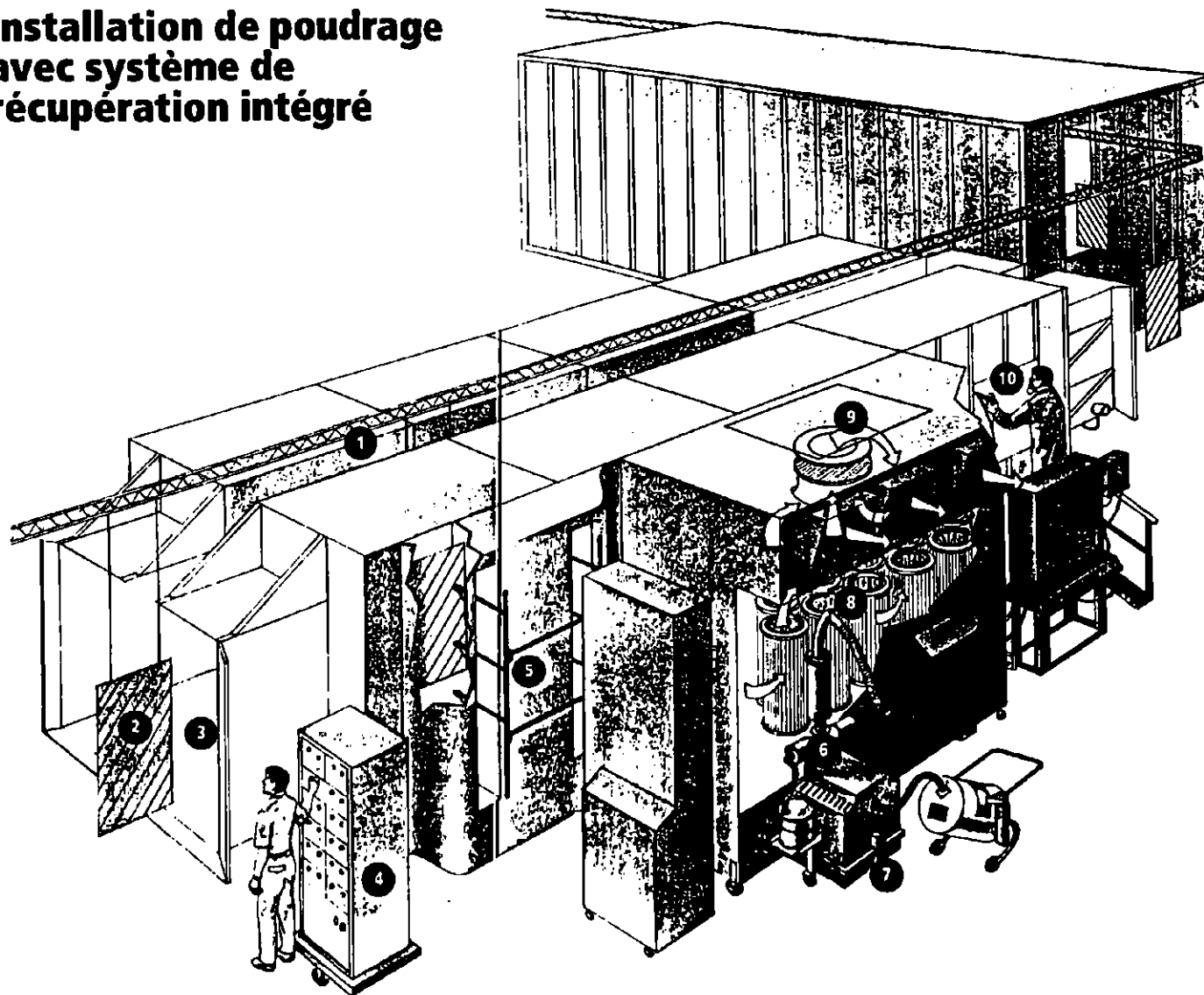
1. Cabine de poudrage (voir illustration détaillée)
2. Aire de poudrage (présence de concentrations dangereuses de matières combustibles)
3. Dispositif de pulvérisation manuelle (poignée du pistolet mise à la terre par une résistance d'au plus 1 mégohm)
4. Système de pulvérisation automatique
5. Détecteur de flamme
6. Panneau de commande (situé à plus de 1 mètre des ouvertures de la cabine de poudrage)

7. Pièce à revêtir, en contact électrique permanent avec le crochet et le convoyeur (mis à la terre par une résistance d'au plus 1 mégohm)
8. Trémie d'alimentation
9. Panneaux (pour les appareils d'éclairage) en verre trempé ou armé résistant à des températures de 93 °C (200 °F)
10. Guillotine (voir illustration détaillée)

11. Gaine d'extraction en acier résistant à l'explosion, ou à la pression causée par l'explosion, dans les dispositifs du système de récupération des poudres
- 12a. Cyclone et 12b collecteur de poudres munis d'évents de déflagration canalisés vers l'extérieur (NFPA 68)
13. Système de détection par pression différentielle arrêtant immédiatement l'opération s'il y a défaillance des filtres

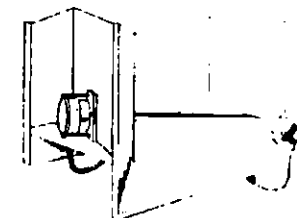
14. Système de ventilation dont le débit permet de garder la concentration des poudres inférieure à la moitié de la concentration minimale d'explosivité
15. Élément tournant du ventilateur fait de matériaux non ferreux ou conçu pour éviter tout contact avec le carter
16. Filtres finaux (haute efficacité)
17. Dispositif de récupération des poudres
18. Four de cuisson (voir illustration détaillée)
19. Système d'évacuation des gaz
20. Gilets

Installation de poudrage avec système de récupération intégré

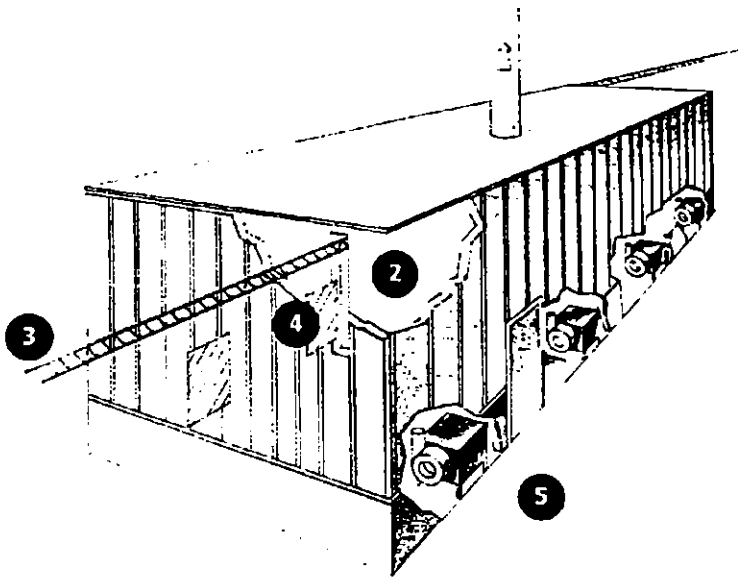


- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ouverture pour le convoyeur 2. Pièce à revêtir, en contact électrique permanent avec le crochet et le convoyeur (mis à la terre par une résistance d'au plus 1 mégohm) 3. Ouverture de la cabine de poudrage (la plus petite possible) 4. Panneau de commande (situé à plus de 1 mètre des ouvertures de la cabine de poudrage) | <ol style="list-style-type: none"> 5. Système de pulvérisation automatique 6. Tamis rotatif 7. Trémie d'alimentation 8. Filtres à cartouches 9. Ventilateur 10. Dispositif de pulvérisation manuelle (poignée du pistolet mise à la terre par une résistance d'au plus 1 mégohm) |
|---|--|

Dispositif de détection de flamme



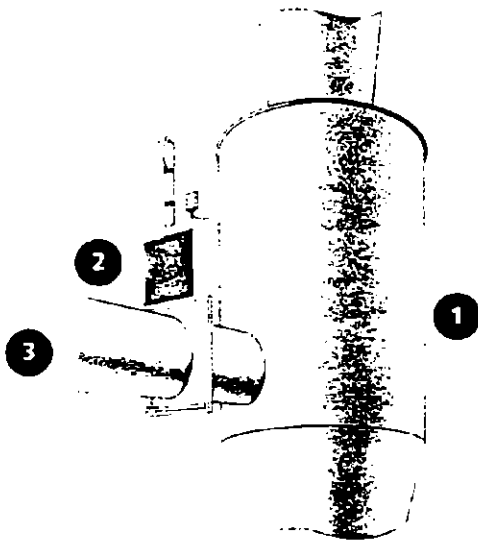
- Exigé pour les installations de poudrage automatique
- Réaction de moins d'une demi-seconde entraînant
 - l'arrêt immédiat du convoyeur, de la ventilation, de la pulvérisation, du transfert et de la recirculation des poudres
 - la fermeture de la guillotine
 - le déclenchement de l'alarme



Four de cuisson

Danger d'intoxication, d'explosion et d'incendie

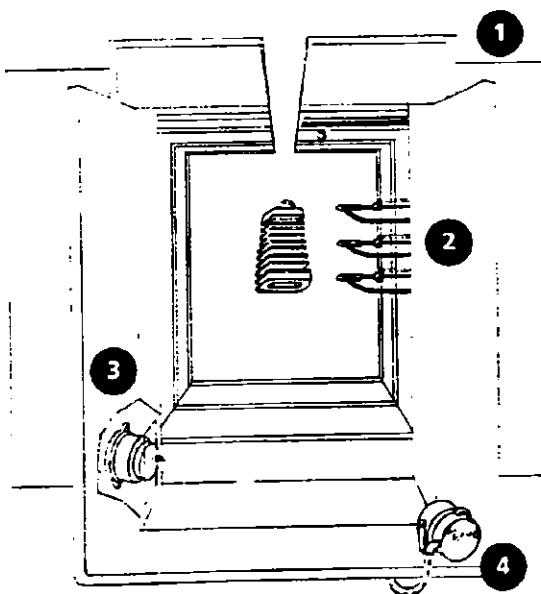
1. Système d'évacuation des gaz de cuisson à l'extérieur (présence possible d'irritants ou de sensibilisants pulmonaires)
2. Gaz
3. Convoyeur mis à la terre
4. Pièces dont la température est de 28 °C (50 °F) inférieure à la température d'inflammation spontanée des poudres
5. Brûleurs installés de façon à ce que les flammes ne soient pas en contact direct avec les matières inflammables qui se dégagent des pièces (NFPA 86)



Guillotine

Danger d'explosion

1. Cyclone muni d'un évent de déflagration canalisé vers l'extérieur
2. Guillotine arrêtant la circulation d'air en cas d'incendie dans la cabine de poudrage (pour les systèmes automatiques)
3. Débit d'air suffisant pour maintenir la concentration de poudre inférieure à la moitié de la concentration minimale d'explosivité (CME)

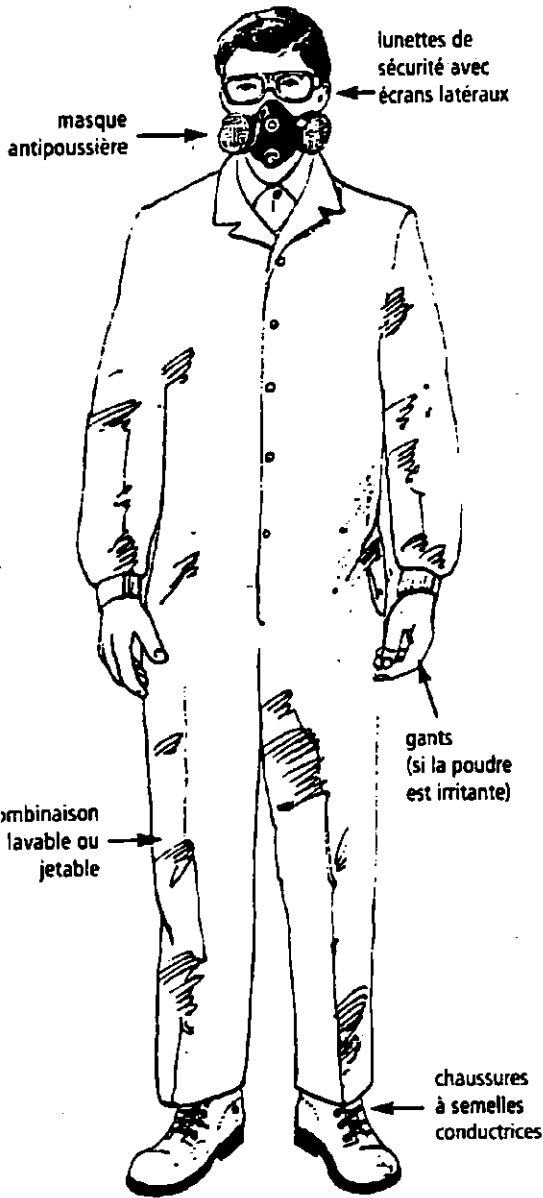


Cabine de poudrage

Danger d'incendie

1. Cabine de poudrage se trouvant dans un espace isolé, complètement fermé et ventilé, construite de matériaux à combustibilité approuvée (Factory Mutual, CSA, etc.)
 - Surfaces lisses et faciles à nettoyer pour prévenir l'accumulation de dépôts de matières combustibles
 - Matériel électrique à l'intérieur de la cabine, approuvé pour emplacement de classe II, division 1
2. Système de gicleurs automatiques (NFPA 13)
 - Mise en marche
 - déclenchement d'une alarme
 - arrêt du système d'alimentation de poudre
 - arrêt des opérations de poudrage
 - arrêt du convoyeur
3. Émetteur de signal de vérification
4. Détecteur de flamme (pour les systèmes automatiques)

Équipement de protection individuelle



Symboles du SIMDUT

PEINTURE EN POUDRE CACHE-TOUT POWDER PAINT
ORANGE n° 1243

Prenez les précautions nécessaires pour éviter tout contact avec les yeux. Évitez le contact avec la peau et les vêtements. Évitez l'inhalation de la poussière. Utilisez une protection adéquate pour éviter tout contact avec les yeux, le nez, la bouche et les vêtements. Les symptômes sont l'irritation des yeux.

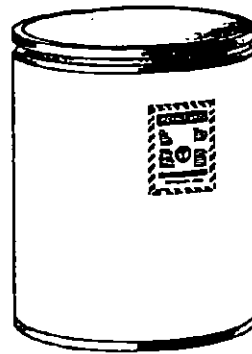
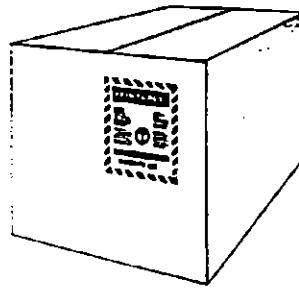
Prenez les précautions nécessaires pour éviter tout contact avec les yeux, le nez, la bouche et les vêtements. Utilisez une protection adéquate pour éviter tout contact avec les yeux, le nez, la bouche et les vêtements. Les symptômes sont l'irritation des yeux.

Prenez les précautions nécessaires pour éviter tout contact avec les yeux, le nez, la bouche et les vêtements. Utilisez une protection adéquate pour éviter tout contact avec les yeux, le nez, la bouche et les vêtements. Les symptômes sont l'irritation des yeux.











CONSULTEZ LA FICHE SIGNALÉTIQUE DU PRODUIT
SEE MATERIAL SAFETY DATA SHEET FOR THIS PRODUCT

PRODUITS CHIMIQUES ABC INC.

Utiliser des produits exempts de composantes dont la recirculation est prohibée (Annexe A, tableau IV, du Règlement sur la qualité du milieu de travail).



Note. - Vous pouvez obtenir du fournisseur une fiche signalétique pour chacun des produits portant une étiquette SIMDUT.

-  A Gaz comprimés
-  B1 Gaz inflammables
-  B2 Liquides inflammables
-  B3 Liquides combustibles
-  B4 Solides inflammables
-  B5 Aérosols inflammables
-  B6 Matières réactives inflammables
-  C Matières combustibles
-  D1A Matières très toxiques ayant des effets immédiats et graves
-  D1B Matières toxiques ayant des effets immédiats et graves
- D2A Matières très toxiques ayant d'autres effets
- D1B Matières toxiques ayant d'autres effets
- D3 Matières infectieuses
- E Matières corrosives
- F Matières dangereusement réactives

Vice-présidence à la programmation et à l'expertise-conseil
Direction de la prévention-inspection

Annexe II

**Grille d'observation et de connaissance environnementale
Procédé de poudrage électrostatique**

Description des fonctions et des travailleurs

No Éta : 0000000000

Nombre de travailleurs à la production : 000

Description des fonctions et travailleurs exposés aux contaminants du poudrage électrostatique :

Fonction	Nombre de travailleurs	Code CCDP	Quart de travail	Localisation
0000000000	000	00000000	000	0000000000
0000000000	000	00000000	000	0000000000
0000000000	000	00000000	000	0000000000
0000000000	000	00000000	000	0000000000
0000000000	000	00000000	000	0000000000
0000000000	000	00000000	000	0000000000

La protection individuelle disponible est :

Type	Modèle	Approbation (pour les respirateurs)
0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000

Protection respiratoire portée par les travailleurs durant la visite : 1 oui 2 non

1 Tous 2 Partielle 3 aucune

Diagnostic d'une situation particulière dans l'établissement (pigments métalliques dans la composition des poudres, émissions du four de cuisson, lésions professionnelles rapportées chez les travailleurs, cabine de fabrication artisanale, etc.) :

1 oui (éta prioritaire - volet santé) 2 non (éta en attente)

Annexe III

Distribution des travailleurs par fonction selon l'estimation de leur exposition moyenne journalière par rapport aux valeurs de référence (VR)

Distribution des travailleurs par fonction selon l'estimation de leur exposition moyenne journalière par rapport aux valeurs de référence (VR)

FONCTION (CCDP)	EXPOSITION MOYENNE ESTIMÉE*	NOMBRE ET POURCENTAGE DE TRAVAILLEURS					
		Poussières NCA VR : 10 mg/m ³		TGIC VR : 0,05 mg/m ³		Noir de carbone VR : 3,5 mg/m ³	
		n	%	n	%	n	%
Peintre (8595-246)	Faible	9	21	11	26	16	38
	Moyenne	9	21	1	2	1	2
	Élevée	9	21	4	10	0	
	Très élevée	11	27	11	26	0	0
	Non disponible	4	10	15	36	25	60
	Total	42	100	42	100	42	100
Aide-peintre (8595-322)	Faible	1	33	1	33	1	33
	Moyenne	0	0	1	33	0	0
	Très élevée	1	33	0	0	0	0
	Non disponible	1	34	1	34	2	67
	Total	3	100	3	100	3	100
Préposé au nettoyage (8598-210)	Faible	0	0	1	100	0	0
	Très élevée	1	100	0	0	0	0
	Non disponible	0	0	0	0	1	100
	Total	1	100	1	100	1	100
Décapeur (four à pyrolyse et sablage) (8595-334)	Moyenne	1	100	0	0	0	0
	Non disponible	0	0	1	100	1	100
	Total	1	100	1	100	1	100
Contremaître de peintres (8590-122)	Faible	1	100	1	100	0	0
	Non disponible	0	0	0	0	1	100
	Total	1	100	1	100	1	100

- * Faible (< ½ VR)
Moyenne (½ VR ≤ x < VR)
Élevée (VR ≤ x < 2 VR)
Très élevée (≥ 2 VR)

Annexe IV

Synthèse des résultats

Caractéristiques des concentrations de poussières NCA, TGIC et noir de carbone en zone respiratoire des travailleurs selon la tâche effectuée

**CARACTÉRISTIQUES DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES (PNCA) MESURÉES
EN ZONE RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS SELON LA TÂCHE EFFECTUÉE LORS DU
POUDRAGE ÉLECTROSTATIQUE (DANS 19 ÉTABLISSEMENTS EN AUTOMNE 1998)**

Tâches	Concentration en mg/m ³				Durée moyenne du prélèvement en min (écart type)	Nombre de prélèvements selon la classe d'exposition en mg/m ³					
	Minimum mesuré	Maximum mesuré	Moyenne arithmétique (écart-type)	Moyenne géométrique (GSD)		0-4,99	5-9,99	10-19,99	20-50	> 50	TOTAL
Pulvérisation	0,06	42	11,2 (11,56)	5,6 (1,43)	124,6 (53,03)	16	7	7	7	-	37
Nettoyage	0,17	695	89,3 (171,56)	17,4 (2,09)	34,5 (32,02)	7	2	2	3	8	22
Pulvérisation et nettoyage	3	654	101,4 (213,05)	15,2 (2,24)	132,7 (48,80)	4	2	4	1	4	15
Pulvérisation et préparation	0,21	36	10,7 (10,78)	6,0 (1,45)	182,1 (54,85)	3	3	2	1	-	9
Nettoyage et préparation	1,06	41	26,6 (18,76)	14,3 (1,75)	22,5 (10,61) (n=2)	1	-	-	3	-	4
Tâches mixtes	1,5	103	27,8 (31,09)	12,7 (1,50)	121,2 (82,40)	4	-	2	3	3	12

**CARACTÉRISTIQUES DES CONCENTRATIONS DE TGIC MESURÉES
EN ZONE RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS SELON LA TÂCHE EFFECTUÉE
LORS DU POUDRAGE ÉLECTROSTATIQUE (DANS 14 ÉTABLISSEMENTS EN AUTOMNE 1998)**

Tâches	Concentration en mg/m ³ *				Durée* moyenne du prélèvement en min (écart type)	Nombre de prélèvements* selon la classe d'exposition en mg/m ³						TOTAL
	Minimum mesuré	Maximum mesuré	Moyenne arithmétique (écart-type)	Moyenne géométrique (GSD)		0,001 à 0,005	0,006 à 0,025	0,026 à 0,050	0,051 à 0,100	0,101 à 0,250	> 0,250	
Pulvérisation	0,002	1,32	0,176 (0,307)	0,033 (1,97)	118,2 (50,93)	4	15	1	-	1	10	31
	0,008	1,32	0,316 (0,362)	0,132 (1,62)	133,9 (49,60)	-	5	1	-	1	10	17
Nettoyage	0,002	1,93	0,258 (0,527)	0,057 (1,83)	35,4 (33,87)	1	4	3	6	1	4	19
	0,014	1,93	0,636 (0,754)	0,262 (1,71)	43,4 (35,03)	-	1	-	1	1	4	7
Pulvérisation et nettoyage	0,004	0,26	0,087 (0,106)	0,027 (1,71)	126,2 (35,50)	3	1	-	-	2	1	7
	0,022	0,26	0,149 (0,104)	0,107 (1,11)	125 (55,68)	-	1	-	-	2	1	4
Pulvérisation et préparation	0,002	0,24	0,094 (0,111)	0,030 (2,16)	192,2 (56,01)	1	1	-	-	2	-	4
	0,013	0,24	0,124 (0,114)	0,072 (1,52)	216,3 (35,02)	-	1	-	-	2	-	3
Nettoyage et préparation	0,002	1,77	0,612 (1,003)	0,062 (3,36)	22,5 (10,61)	1	1	-	-	-	1	3
	0,064	1,77	0,917 (1,206)	0,336 (2,35)	30 (nd)	-	1	-	-	-	1	2
Tâches mixtes	0,002	1,3	0,268(0,452)	0,034 (2,29)	113,4 (81,64)	1	6	-	1	-	3	11
	0,011	1,3	0,486 (0,532)	0,147 (2,13)	138,8 (105,6)	-	2	-	1	-	3	6

* Première ligne: tous les prélèvements ; 2^e ligne: seulement les prélèvements supérieurs à la valeur minimum reportée ; nd: non disponible.

**CARACTÉRISTIQUES DES CONCENTRATIONS DE NOIR DE CARBONE ESTIMÉES
EN ZONE RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS SELON LA TÂCHE EFFECTUÉE LORS DU
POUDRAGE ÉLECTROSTATIQUE (DANS 12 ÉTABLISSEMENTS EN AUTOMNE 1998)**

Tâches	Concentration en mg/m ³				Durée moyenne du prélèvement en min (écart type)	Nombre de prélèvements selon la classe d'exposition en mg/m ³					
	Minimum estimé	Maximum estimé	Moyenne arithmétique (écart-type)	Moyenne géométrique (GSD)		0,001 à 0,034	0,035 à 0,350	0,351 à 1,750	1,751 à 3,500	3,501 à 7,00	TOTAL
Pulvérisation	0,00006	0,42	0,12 (0,131)	0,05 (2,08)	130,2 (59,00)	4	11	1	-	-	16
Nettoyage	0,00017	6	1,16 (2,298)	0,06 (3,20)	40,3 (34,26)	4	4	-	-	2	10
Pulvérisation et nettoyage	0,003	2,98	1,05 (1,250)	0,33 (2,23)	154 (76,67) (N=4)	1	3	2	2	-	8
Pulvérisation et préparation	0,03	0,04	0,035 (0,007)	0,035 (0,20)	212,5 (51,62)	2	-	-	-	-	2
Nettoyage et préparation	0,41	2,02	1,21 (0,805)	1,00 (0,81)	30 (nd)	-	-	2	1	-	3
Tâches mixtes	0,022	3,25	1,56 (1,620)	0,46 (2,67)	78,7 (9,24)	1	-	1	1	-	3



QUANTITÉ	TITRE DE LA PUBLICATION	PRIX UNITAIRE (tous frais inclus)	TOTAL
	Programme d'intervention intégré sur le poudrage électrostatique : l'évaluation environnementale de contaminants cibles Projet provincial	7.00 \$	

DESTINATAIRE _____

Nom _____

Organisme _____

Adresse _____

No

Rue

App.

Ville

Code postal

Téléphone _____ Télécopieur _____

**Les commandes sont payables à l'avance par chèque ou mandat-poste à l'ordre de la
Régie régionale de Montréal-Centre (DSP). Pour information : (514) 286-5777.**

Retourner à l'adresse suivante :

Direction de la santé publique
Régie régionale de la santé et
des services sociaux de Montréal-Centre
3725, rue St-Denis
Montréal (Québec) H2X 3L9

**DIRECTION
DE LA SANTÉ
PUBLIQUE**

*Garder notre
monde en santé*

F 14,333
Ex. 2