

**Évaluation de l'efficacité
des moyens de prévention
lors de l'utilisation
de jet d'abrasif**

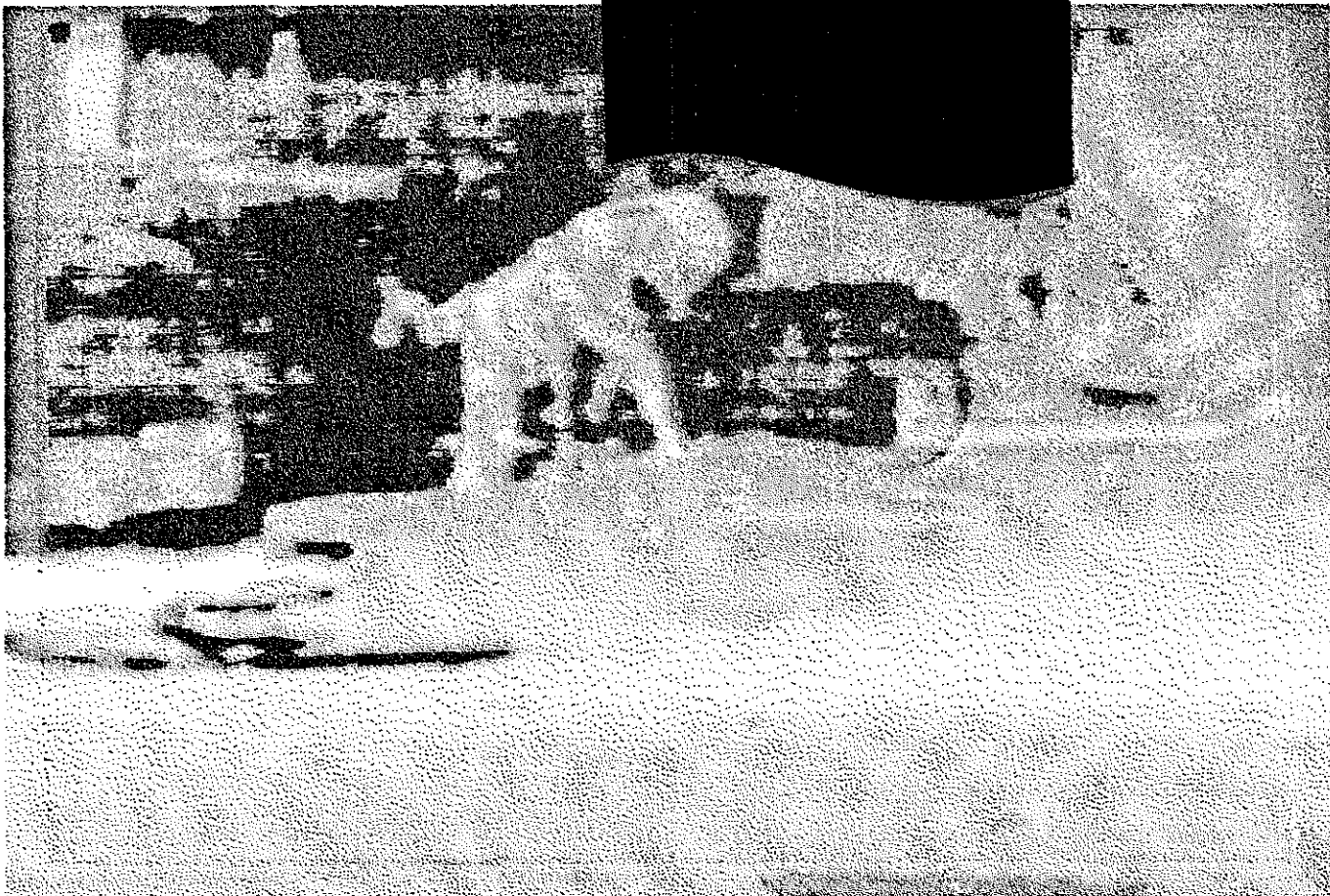
**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Chantal Dion
Nicole Goyer
Guy Perrault

Juin 1998

R-197

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

Depôt légal

Bibliothèque nationale du Québec
1998
ISBN: 2-551-18986-1
ISSN: 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone: (514) 288-1551
Télécopieur: (514) 288-7636

© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,
Juin 1998.

Évaluation de l'efficacité des moyens de prévention lors de l'utilisation de jet d'abrasif

Chantal Dion
Programme hygiène et toxicologie

Nicole Goyer
Programme soutien analytique

Guy Perrault
Direction des opérations, IRSST

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

RAPPORT

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. OBJECTIFS DE RECHERCHE	2
3. MÉTHODOLOGIE	2
4. RÉSULTATS	5
4.1 Composition des abrasifs	6
4.2 Niveaux d'expositions dans l'air lors de l'utilisation d'abrasifs siliceux	6
4.2.1 Expositions personnelles des sableurs	7
4.2.2 Expositions personnelles des aide-sableurs et des autres travailleurs	8
4.2.3 Expositions ambiantes à proximité du sablage au jet	8
4.2.4 Expositions ambiantes dans les pièces avoisinantes du sablage au jet	9
4.3 Niveaux d'exposition dans l'air lors de l'utilisation d'abrasifs non siliceux	10
4.3.1 Expositions personnelles des sableurs	10
4.3.2 Expositions personnelles des aide-sableurs et autres travailleurs	11
4.3.3 Expositions ambiantes à proximité du sablage au jet	12
4.3.4 Expositions ambiantes dans les pièces avoisinantes du sablage au jet	13
4.4 Évaluation de la condition de la cagoule	14
4.5 Observations sur la ventilation et les procédures de nettoyage	16
4.6 Méthodes et habitudes de travail	18
5. DISCUSSION	19
5.1 Premier niveau: élimination des sources d'émission	19
5.2 Deuxième niveau: contrôle des sources	19
5.2.1 Salles de sablage	19
5.2.2 Enclos	21
5.3 Troisième niveau: contrôle de l'exposition	22
5.3.1 Protection respiratoire	22
5.3.2 Exposition des travailleurs	23
5.3.3 Méthodes et habitudes sécuritaires de travail	23
6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	24
7. REMERCIEMENTS	25
8. RÉFÉRENCES	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Inventaire des situations	3
Tableau 2 : Secteurs d'activité économique	3
Tableau 3 : Composition des abrasifs	6
Tableau 4 : Abrasifs siliceux - concentrations en zone respiratoire du sableur	7
Tableau 5 : Abrasifs siliceux - concentrations en zone respiratoire des autres travailleurs	8
Tableau 6 : Abrasifs siliceux - concentrations en postes ambiants à proximité du sablage	9
Tableau 7 : Abrasifs siliceux - concentrations en postes ambiants dans les pièces avoisinantes	10
Tableau 8 : Abrasifs non siliceux - concentrations en zone respiratoire du sableur	11
Tableau 9 : Abrasifs non siliceux - concentrations en zone respiratoire des autres travailleurs .	12
Tableau 10 : Abrasifs non siliceux - concentrations en postes ambiants à proximité du sablage	13
Tableau 11 : Abrasifs non siliceux - concentrations en postes ambiants dans les pièces avoisinantes	14
Tableau 12 : État et entretien de la cagoule	15
Tableau 13 : Ventilation et procédures de nettoyage	17
Tableau 14 : Concentrations à l'intérieur des salles de sablage	21

ANNEXES

Annexe I : Grille d'observations	
Annexe II : Tableaux détaillés des concentrations de poussières siliceuses et métalliques	
Annexe III : Graphique des mesures de la pression à l'intérieur de la cagoule	

1. INTRODUCTION

La silicose est actuellement la maladie professionnelle chronique du poumon ayant la plus forte prévalence (1). La silicose est une maladie professionnelle, grave et débilitante avec des atteintes fonctionnelles importantes (2). Des études ont démontré que les silicotiques avaient un pronostic vital diminué et étaient à plus grand risque de développer un cancer du poumon (3). Au Québec, 30 à 40 nouveaux cas sont diagnostiqués et compensés chaque année (4). Parmi ces cas, 15% sont des travailleurs du jet de sable dont l'âge moyen est de 42 ans. Ce groupe est particulièrement alarmant en raison de la gravité des atteintes, de la très courte durée d'exposition, de l'ampleur des conséquences sociales et économiques, et surtout à cause de la disponibilité apparente des moyens de prévention qui devraient assurer une protection adéquate de la santé des travailleurs. L'organisme américain NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) a déjà publié une alerte sur les effets nocifs de ce type de procédé (5). Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a décrété récemment que le quartz en milieu de travail était un cancérigène chez l'humain (Catégorie 1) (6).

Le sablage par jet d'abrasif est utilisé dans plusieurs applications: sablage de ponts routiers et de chemins de fer, sablage d'ouvrage d'art, de façades de briques ou de béton, de piscines, de réservoirs, dans les raffineries, de bateaux, de camions lourds, etc. Cette activité se fait surtout dans l'industrie de l'automobile, dans l'industrie de la construction et dans l'industrie de la fabrication d'équipements de transport et machines (7). Au Québec, le nombre de travailleurs potentiellement exposés au jet de sable serait de plus de 3 000 (8-9). La Direction des services médicaux et du Service de la statistique de la CSST a mis en évidence les activités industrielles pour lesquelles un plus grand nombre de travailleurs ont été diagnostiqués: les compagnies de décapage au jet, les services du secteur automobile, l'industrie navale, les fonderies, l'industrie de la charpente métallique et de la pierre (10).

Le sablage est un procédé agressif qui génère des concentrations importantes de poussières provenant à la fois de l'abrasif et du produit décapé (5, 11-16). Les différents procédés de sablage au jet et les méthodes de prévention pour éviter l'exposition des sableurs aux poussières, ont été décrits dans la littérature scientifique et technique (17-23). L'application des différentes mesures de prévention comporte des facteurs économiques, humains et sociaux (24) mais aussi des facteurs techniques que la présente recherche en hygiène vise à identifier et à améliorer. La substitution, la modification de procédé, l'élimination à la source et, en dernier recours, la protection du travailleur mènent à l'implantation de méthodes sécuritaires de travail qui favorisent la protection à la fois des sableurs et des autres travailleurs. Tous ces éléments de prévention sont mentionnés dans la littérature, mais sont peu documentés quant à leur conséquence sur les niveaux d'exposition. Entre autres, l'efficacité des moyens de protection respiratoire fait l'objet de mise en garde (5,25-27).

2. OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'objectif principal de ce projet est de vérifier, en situation réelle de travail, l'efficacité des moyens de prévention à maintenir l'exposition des travailleurs du jet d'abrasif à des concentrations de poussières inférieures aux valeurs d'exposition moyennes pondérées (VEMP) (28) prises comme valeur de référence. Cette efficacité est évaluée en comparant les concentrations des substances en amont et en aval des moyens de prévention. Les efforts portent sur l'évaluation des trois niveaux d'intervention en hygiène industrielle: la source d'émission tels que le type d'abrasif et la méthode de projection, le contrôle de cette source par la ventilation ou le confinement et le contrôle de l'exposition par l'utilisation des méthodes de travail adéquates et de protection personnelle.

3. MÉTHODOLOGIE

Les paramètres reliés à la source d'émission et à son contrôle constituent, dans une situation donnée, des paramètres fixes. L'inventaire des industries évaluées en fonction de l'abrasif et de l'environnement est présenté au tableau 1. Trois types d'environnement ont été évalués soient dans des salles de sablage (non ventilée, ventilées par extraction et ventilées par admission/extraction), en aires ouvertes (à différents degrés de confinement) et à l'extérieur (à l'air libre). Six abrasifs fréquemment utilisés au Québec sont représentés dans cette étude: la silice (> 90% de silice cristalline), le sable de silice (de 20 à 60% de silice cristalline), l'olivine synthétique, le verre recyclé broyé, la grenaille d'acier et l'oxyde d'aluminium.

La nature des surfaces découpées était variable : sept entreprises sablaient des surfaces en acier neuf principalement mais quelques fois de l'aluminium (poutres, structures, supports, plaques, tuyaux et turbines); quatre autres travaillaient sur de l'acier usagé et peinturé (carrosserie d'automobiles, camions et remorques); deux entreprises travaillaient sur de l'acier neuf et usagé (structures, poutres et turbines); et une dernière entreprise oeuvrait sur du béton et tiges armées. Toutes les situations évaluées utilisaient la méthode de projection à sec et présentaient donc un potentiel élevé de génération de poussières. Selon notre évaluation subjective, les industries choisies sont représentatives du milieu du sablage au jet par projection à sec. Aucune sélection préalable n'a été faite sur la qualité des installations et leur conformité aux règlements québécois; seules leur disponibilité et la nature de leurs opérations durant l'étude ont été prises en compte.

TABLEAU 1
INVENTAIRE DES SITUATIONS

Abrasifs	Salle de sablage			Aire ouverte		Extérieur
	sans ventilation	extraction	admission/ extraction	enclos (3 côtés)	stationnement étagé	air libre
Siliceux						
Silice				e, n	i	l
Sable de silice		b, c, d	k			
Non siliceux						
Olivine synthétique		c, f, g		h		
Verre recyclé broyé		b, c	k			
Grenaille d'acier		j	m			
Oxyde d'aluminium	a					

Chaque lettre (a à n) représente une industrie différente. Les compagnies **b** et **c** ont utilisé plus d'un abrasif successivement dont un siliceux. L'entreprise **k** a décidé d'utiliser un abrasif non siliceux suite aux résultats de notre première intervention. Les entreprises visitées lors de nos interventions couvrent plusieurs secteurs d'activité économique tel que présenté au tableau 2.

TABLEAU 2
SECTEURS D'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

CAEQ ¹	DESCRIPTION	ENTREPRISES
6351	Garages (réparations générales)	k
3041	Revêtement sur commande de produits en métal	j, l, m
4275	Travaux de peinture et de décoration	n
3081	Ateliers d'usinage	i
3196	Machinerie et matériel de construction et d'entretien	e
6352	Ateliers de peinture et de carrosserie	b, d, f
4999	Autres services publics (collecte de déchets, incinérateurs)	c
3242	Industries des semi-remorques et remorques d'usage commercial	g
3059	Autres industries des produits en fil métallique (clous, crampons, trombones, électrodes de soudure)	a
3199	Autres industries de la machinerie et de l'équipement	h

1 : CAEQ = Classification des activités économiques du Québec (29)

Une étude de composition minéralogique et métallique a été réalisée sur les différents abrasifs avant leur utilisation. Des échantillonnages dans l'air ont été effectués afin d'évaluer les concentrations de poussière respirable et totale ainsi que des analyses de quartz et du contenu métallique dans ces poussières. Ces prélèvements ont été réalisés en aval et en amont des différents moyens de prévention présents soient l'équipement de protection respiratoire, la salle de sablage ou l'enclos. La stratégie consistait à recueillir des données sur l'efficacité de la protection respiratoire par échantillonnage en zone respiratoire et en milieu ambiant, de la salle de sablage par échantillonnage à l'intérieur et à l'extérieur de la chambre, et de l'enclos, encore une fois, par échantillonnage à l'intérieur et à l'extérieur de l'enclos. Les échantillons ont donc été prélevés en zone respiratoire du sableur à l'intérieur de sa cagoule à adduction d'air, en zone respiratoire du sableur s'il effectuait des tâches connexes au sablage sans port de cagoule, en zone respiratoire de l'aide-sableur ou d'autres travailleurs lorsque présents dans l'environnement du procédé de sablage au jet, en ambiance générale à des postes fixes situés à proximité de l'opération de sablage (dans la salle de sablage ou dans l'environnement immédiat du procédé), à des postes fixes situés dans les ateliers voisins de la zone de sablage et/ou à l'extérieur.

En zone respiratoire des travailleurs et pour les échantillons prélevés en postes ambiants, la période de prélèvement incluait le temps de sablage et d'exécution des travaux connexes tels que le transport des pièces et le remplissage de la sableuse. Tous les résultats expriment des concentrations durant la période d'échantillonnage. Les durées d'échantillonnage en zone respiratoire du sableur à l'intérieur de la cagoule ont varié de 105 à 519 minutes pour la poussière respirable et de 57 à 480 minutes en poussière totale, selon la durée du procédé de sablage au jet. Lors de tâches connexes, le sableur a été échantillonné sur une période variant de 50 à 298 minutes en poussière respirable. L'échantillonnage de l'aide-sableur s'est effectué sur une période variant de 59 à 365 minutes en poussière respirable tandis que les autres travailleurs ont été suivis pendant une période de 109 à 480 minutes en poussière respirable et de 370 à 380 minutes en poussière totale. En postes ambiants, à proximité du procédé de sablage, les périodes d'échantillonnage ont varié de 32 à 465 minutes en poussière respirable et de 32 à 232 minutes pour la poussière totale. Dans les pièces avoisinantes, toujours en poste ambiant, les temps d'échantillonnage ont varié de 60 à 575 minutes et de 117 à 575 minutes pour la poussière respirable et totale respectivement. Les mesures en postes ambiants ne représentent pas nécessairement la concentration en zone respiratoire des travailleurs. De plus les résultats ne sont pas pondérés sur huit heures, l'objectif de l'étude n'étant pas de vérifier la conformité à la norme. Toutefois dans le contexte de notre étude qui se situe au niveau d'une évaluation descriptive et surtout comparative, les valeurs d'exposition moyenne pondérée (VEMP) servent de point de référence pour situer la signification des concentrations observées dans une situation où le travailleur serait exposé à ces ambiances durant huit heures.

Les métaux analysés dans les échantillons de poussières aéroportées ont été choisis en raison soit de leur présence en concentrations décelables dans le produit de départ, soit de leur présence potentielle rapportée dans la littérature scientifique ou soupçonnée en se basant sur nos connaissances de la matrice soumise au sablage.

Les techniques d'échantillonnage et d'analyse sont décrites dans le Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air dans les milieux de travail (30). La gravimétrie a permis de déterminer les concentrations de poussière totale (échantillonnage en cassette fermée) et respirable (échantillonnage à travers un cyclone de nylon). La spectrométrie d'absorption atomique a servi à mesurer les concentrations d'éléments métalliques dans l'air et dans les abrasifs. La microscopie optique à lumière polarisée et la diffractométrie des rayons X ont permis l'analyse de composition minérale des abrasifs. La diffractométrie des rayons X a également été utilisée pour le dosage du quartz dans les échantillons de poussière respirable dans l'air.

Considérant le fait que dans la majorité des situations, la ventilation mécanique était absente ou très rudimentaire, de sorte que ce paramètre était peu influent, aucune mesure de vitesse ou de débit d'air n'a été prise.

Concernant les méthodes de contrôle de l'exposition des travailleurs, la protection personnelle et plus spécifiquement les méthodes ou habitudes de travail et la protection respiratoire ont été considérées. En plus des mesures de concentration à l'intérieur du masque, en zone respiratoire des aide-sableurs et dans l'air ambiant, l'efficacité de la protection respiratoire a été évaluée par la mesure de la pression à l'intérieur de la cagoule pendant les opérations de sablage. La mesure était faite à l'aide d'un mini transducteur jumelé à un accumulateur de données permettant ainsi de vérifier la constance de la pression positive à l'intérieur de la cagoule (27). Des observations étaient également faites sur l'état et l'entretien des composantes de la cagoule. La présence et l'intégrité de toutes les composantes ont été vérifiées. Les types et périodes d'utilisation de protection respiratoire par les sableurs et les autres travailleurs présents, les fréquences et techniques d'entretien, les conditions d'entreposage et la source d'approvisionnement en air ont été notées.

Les observations sur les méthodes et habitudes de travail se sont limitées à l'organisation des locaux, la présence de panneaux avertisseurs ou de zones à accès limité et sur l'hygiène personnelle. Les sableurs ont été questionnés informellement sur leurs connaissances de la toxicité du sable de silice et des autres abrasifs (voir la Grille d'observations à l'annexe I).

4. RÉSULTATS

Cette section présente la synthèse des résultats dans les différentes situations. Les résultats complets des évaluations des expositions aux poussières siliceuses et métalliques sont regroupés à l'annexe II en fonction du type d'abrasif : pour la silice (tableaux I à IV), pour le sable de silice (tableaux V à IX), pour l'olivine synthétique (tableaux X à XIV), pour le verre broyé (tableaux XV à XX), pour la grenaille d'acier (tableaux XXI à XXVI) et pour l'oxyde d'aluminium (tableaux XXVII à XXXII). Pour chacun de ces abrasifs, les résultats sont présentés en tableaux distincts pour les zones respiratoires du sableur, de l'aide-sableur et des autres travailleurs, pour les postes ambiants dans la zone de sablage et dans les pièces avoisinantes à la zone de sablage et/ou à l'extérieur. Compte tenu de l'objectif descriptif du projet et étant donné le peu de renseignements sur la distribution des

résultats, les moyennes arithmétiques avec leur écart-type sont rapportés lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à trois.

4.1 Composition des abrasifs

La composition minéralogique et métallique des phases les plus importantes contenues dans les abrasifs siliceux et non siliceux utilisés lors des nos interventions est présentée au tableau 3. Les abrasifs siliceux sont diversifiés et peuvent contenir de 20 à plus de 95% de silice cristalline sous forme de quartz. Les abrasifs substitués non siliceux présentent une teneur beaucoup plus faible en silice cristalline (< 1%), sauf pour l'oxyde d'aluminium qui contient de 1 à 5 % de quartz. Une attention particulière a été portée à la présence de métaux toxiques qui pourraient être possiblement émis dans l'air.

**TABLEAU 3
COMPOSITION DES ABRASIFS**

ABRASIF	COMPOSITION (phases majeures)							
	Minéraux ¹		Métaux (%) ²					
	Quartz (%)	Autres	Al	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb
Silice	> 95				<0,05			
Sable de silice	20 -60	Feldspaths, corindon et micas			< 10	<0,17		
Olivine synthétique	< 1	Forstérite, enstatite et magnésioferrite		<0,48	< 9	<0,13	<0,34	
Verre recyclé broyé	< 1	Silice amorphe (>95%) et calcite			<0,13	<0,01		<0,04
Grenailles d'acier	< 1	Fer		<0,16	> 95	<0,80	<0,10	
Oxyde d'aluminium	1-5	Corindon, magnétite et rutile	>50	<0,04	<3,5			

1: Analyses effectuées par diffractométrie des rayons X.

2: Analyses effectuées par absorption atomique.

<: signifie une valeur maximale trouvée lors de l'analyse de plusieurs échantillons.

>: signifie une valeur minimale trouvée lors de l'analyse de plusieurs échantillons.

4.2 Niveaux d'expositions dans l'air lors de l'utilisation d'abrasifs siliceux

Lors de nos interventions avec les abrasifs siliceux, quatre établissements utilisaient de la silice très concentrée en quartz (> 95%) dans un enclos à trois côtés (2/4), dans un stationnement étagé (1/4) et à l'extérieur (1/4). Avec le sable de silice, les quatre entreprises visitées procédaient à l'intérieur d'une salle de sablage.

4.2.1 Expositions personnelles des sableurs

Le tableau 4 présente les niveaux d'expositions personnelles en zone respiratoire du sableur (à l'intérieur de la cagoule) pendant le sablage au jet et lors de la réalisation de tâches connexes (déplacements de pièces, remplissage du réservoir d'abrasif, ramassage, etc), durant lesquelles il ne portait généralement pas de protection respiratoire. Les résultats détaillés à l'annexe II (tableau I) démontrent que lors de l'utilisation de silice, la moitié des entreprises ont affiché des résultats supérieurs à la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) pour le quartz.

Aucune des quatre industries utilisant un sable de silice à plus faible teneur en silice cristalline n'a obtenu des résultats supérieurs à la VEMP en quartz à l'intérieur de la cagoule (annexe II : tableau V). Les concentrations de poussière totale sont en dessous de la VEMP et les concentrations de métaux sont faibles, soit inférieures à 10% de la VEMP, à l'intérieur de la cagoule pour la seule entreprise échantillonnée (annexe II: tableau VI). Pendant la réalisation de tâches connexes au sablage, les deux entreprises échantillonnées ont donné des résultats jusqu'à onze fois supérieurs à la VEMP pour le quartz. Il n'existe pas de valeur d'exposition moyenne pondérée pour la poussière respirable au Québec mais un "Threshold Limit Value" (TLV®) de 3 mg/m³ est proposé par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienist's (ACGIH) (31).

**TABLEAU 4 - ABRASIFS SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Pendant le sablage (à l'intérieur de l'équipement de protection respiratoire)				
Silice	n.d. - 11	n.d. - 5	-	
	n = 9			
Sable de silice	n.d. - 0,30	n.d. - trace	2,8	n.d. - faible
	n = 10		n = 1	
Lors de tâches connexes				
Silice	-		-	
Sable de silice	0,75 - 5,3	trace - 1,1	-	
	n = 4			

n = nombre total d'échantillons ; n.d. = non détecté; - = non effectué ou non applicable.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la VEMP.

trace = la présence de quartz ne peut être confirmée.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1; poussières totales = 10.

TLV® (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV® (poussières respirables).

4.2.2 Expositions personnelles des aide-sableurs et des autres travailleurs

Les expositions des aide-sableurs et des autres travailleurs lors de l'utilisation de silice et de sable de silice résumées au tableau 5 proviennent des résultats détaillés à l'annexe II (tableaux II et VII). Les concentrations de quartz retrouvées chez les aide-sableurs de quatre entreprises sur cinq échantillonnées ont été jusqu'à 200 fois supérieures à la VEMP. Les aide-sableurs ne portaient pas de protection respiratoire à adduction d'air. À l'occasion, certains disposaient d'un masque jetable ou d'un masque à cartouches. D'autres travailleurs peuvent circuler régulièrement ou sporadiquement dans l'aire de sablage. Il peut s'agir de conducteurs de chariots élévateurs qui transportent ou déplacent les pièces à sabler mais aussi du contremaître qui supervise les travaux. Ces autres travailleurs ne portaient généralement aucune protection respiratoire et ont été exposés à des concentrations jusqu'à quinze fois supérieures à la VEMP en quartz dans les deux entreprises mesurées utilisant de la silice et à un niveau moindre (0,12 mg/m³) lorsqu'un sable de silice à plus faible teneur en quartz était utilisé dans les deux autres entreprises. Le résultat le plus élevé (1,5 mg/m³) a été observé chez un contremaître qui n'accédait à la zone immédiate de sablage qu'occasionnellement. Les concentrations de poussière respirable chez les aide-sableurs ont été fréquemment supérieures au TLV[®] (jusqu'à plus de 20 fois) et ont été également élevées chez les autres travailleurs, particulièrement chez le contremaître.

**TABLEAU 5 - ABRASIFS SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR
ET D'AUTRES TRAVAILLEURS**

	Aide-sableur		Autres travailleurs	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
Silice	0,10 - 58	0,02 - 20	0,25 - 4,1	0,07 - 1,5
	n = 13		n = 12	
Sable de silice	32 - 65	3,1 - 6,8	1,3 - 2,1	0,06 - 0,12
	n = 2		n = 2	

n = nombre total d'échantillons.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV[®] (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV[®] (poussières respirables).

4.2.3 Expositions ambiantes à proximité du sablage au jet

Le sommaire des échantillonnages en postes ambiants dans l'environnement immédiat du sablage au jet est présenté au tableau 6. Les concentrations de poussière respirable et de quartz lors de l'utilisation de silice ont été supérieures au TLV[®] et à la VEMP pour la majorité des postes mesurés, tel que détaillé au tableau III (annexe II). Les résultats les plus élevés en poussière respirable et en

quartz (8,6 et 3,4 mg/m³ respectivement) obtenus dans le stationnement étagé seraient explicables par le fait qu'un certain confinement était artificiellement établi par des plastiques limitant ainsi la circulation libre de l'air. Toutes les entreprises avec sable de silice procédaient à l'intérieur de salles de sablage, ce qui a pour effet de confiner les différents contaminants à l'intérieur et ainsi de contribuer à une augmentation locale des concentrations: en effet, toutes les concentrations de poussière respirable, totale et de quartz ont été supérieures aux TLV® et VEMP dans ces environnements (tableau VIII). Les concentrations de métaux ont été relativement basses compte tenu de leur faible présence dans ces abrasifs.

**TABLEAU 6 - ABRASIFS SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Silice	n.d. - 8,6	0,07 - 3,4	-	
	n = 8			
Sable de silice	13 - 57	0,56 - 6,1	140 - 375	Co, Cr, Cu, Ni, Zn = faible Pb = faible - 0,05
	n = 22		n = 10	

n = nombre total d'échantillons; n.d. = non détecté ; - = non effectué ou non applicable.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1 ; poussières totales = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

4.2.4 Expositions ambiantes dans les pièces avoisinantes du sablage au jet

Les résultats des échantillonnages effectués en dehors de la zone de sablage, soit dans des pièces voisines ou à l'extérieur sont regroupés au tableau 7. Les concentrations de poussières et de quartz les plus élevées (16 et 3,9 mg/m³ respectivement) ont été observées avec la silice utilisée dans un enclos à trois côtés. Les plastiques utilisés dans le stationnement étagé réussissaient à bien contenir les poussières, puisque la concentration au-delà de cette barrière était beaucoup plus faible tout comme celle observée lors de l'intervention dans l'entreprise où le sablage était effectué à l'extérieur en plein air, tel que détaillé à l'annexe II (tableau IV). Les résultats des mesures d'exposition avec le sable de silice (tableau IX) tendent vers des valeurs plus faibles (0,6 mg/m³) compte tenu que le sablage était effectué dans une salle de sablage confinant ainsi une partie des poussières à l'intérieur. Les concentrations de poussière totale étaient inférieures à la VEMP et les métaux étaient en faibles concentrations là où ils ont été mesurés. Le nombre d'échantillons est relativement faible, ce qui rend l'interprétation de ces résultats très limitative.

**TABLEAU 7 - ABRASIFS SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN POSTES AMBIANTS
DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Silice	n.d. - 16	0,02 - 3,9		-
	n = 6			
Sable de silice	n.d. - 7,5	trace - 0,6	0,05 - 6,3	n.d. - faible
	n = 15 - 17		n = 4	

n = nombre total d'échantillons; n.d. = non détecté ; - = non effectué ou non applicable.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1; poussières totales = 10.

TLV (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV® (poussières respirables).

4.3 Niveaux d'exposition dans l'air lors de l'utilisation d'abrasifs non siliceux

Lors de nos évaluations des situations avec un abrasif non siliceux, neuf industries sur dix faisaient le sablage au jet à l'intérieur d'une salle de sablage tandis qu'une seule autre procédait au sablage en aire ouverte, dans une enclos à trois côtés. Tel que décrit au tableau 1, quatre entreprises utilisaient l'olivine synthétique, trois le verre recyclé broyé, deux travaillaient avec la grenaille d'acier et une dernière avec l'oxyde d'aluminium.

4.3.1 Expositions personnelles des sableurs

Le tableau 8 regroupe les concentrations de poussières, de quartz et de métaux retrouvées à l'intérieur de la cagoule des sableurs lors du procédé de sablage au jet et également lorsque ceux-ci effectuaient des tâches connexes au sablage lors de l'utilisation d'abrasifs non siliceux. Les résultats détaillés sont présentés aux tableaux X, XI, XV, XVI, XXI, XXII, XXVII et XXVIII (annexe II). Les concentrations mesurées en zone respiratoire du sableur à l'intérieur de sa cagoule tout comme celles obtenues lorsqu'il effectuait des tâches connexes étaient toutes en-deçà des VEMP. Les résultats pour le sableur lors de l'exécution de tâches connexes sont peu nombreux, soit qu'il n'en effectuait pas ou que le temps d'exécution de ces tâches ne permettait pas de rencontrer les exigences des méthodes analytiques. Les concentrations de poussière respirable et de quartz étaient inférieures au TLV® et à la VEMP.

**TABLEAU 8 - ABRASIFS NON SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Pendant le sablage (à l'intérieur de l'équipement de protection respiratoire)				
Olivine synthétique	0,05 - 0,65	n.d. - trace	0,45 - 6,2	n.d. - faible
	n = 3		n = 4	
Verre recyclé broyé	n.d. - 0,05	n.d. - trace	0,30 - 2,0	n.d. - faible
	n = 4		n = 7	
Grenailles d'acier	n.d. - 0,1	n.d. - trace	0,4	n.d.
	n = 4		n = 1	
Oxyde d'aluminium	n.d.	-	0,20	n.d.
	n = 1		n = 1	
Lors de tâches connexes				
Olivine synthétique	0,35	n.d.		
	n = 1		-	
Verre recyclé broyé	0,25 - 0,35	n.d. - 0,02		
	n = 2		-	
Grenailles d'acier	-			-
Oxyde d'aluminium	-			-

n = nombre total d'échantillons ; n.d. = non détecté ; - = non effectué ou non applicable.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

trace = la présence de quartz ne peut être confirmée.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1 ; poussières totales = 10.

TLV[®] (mg/m³) : poussières respirables = 3.

4.3.2 Expositions personnelles des aide-sableurs et autres travailleurs

Dans le contexte opérationnel des industries, aucun résultat n'a été obtenu pour l'aide-sableur avec les abrasifs non siliceux. Les concentrations mesurées dans la zone respiratoire des autres travailleurs sont résumées au tableau 9 et démontrent des résultats en-deçà des VEMP pour l'olivine synthétique et le verre recyclé broyé, quoique le nombre d'échantillons est très succinct. Les tableaux XII et XVII en annexe détaillent les résultats des prélèvements de ces autres travailleurs ayant accès à la zone de sablage.

**TABLEAU 9 - ABRASIFS NON SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN ZONE RESPIRATOIRE DES AUTRES TRAVAILLEURS**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
AUTRES TRAVAILLEURS				
Olivine synthétique	0,35	n.d.	-	
	n = 1			
Verre recyclé broyé	0,35 - 0,95	trace - 0,02	3,5 - 4,4	n.d. - faible
	n = 2		n = 2	
Grenailles d'acier	-		-	
Oxyde d'aluminium	-		-	

n = nombre total d'échantillons ; n.d. = non détecté ; - = non effectué ou non applicable.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

trace = la présence de quartz de peut être confirmée.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1 ; poussières totales = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

4.3.3 Expositions ambiantes à proximité du sablage au jet

Les concentrations dans l'environnement immédiat du procédé de sablage au jet ont été mesurées dans les salles de sablage de neuf entreprises sur dix utilisant des abrasifs non siliceux. Une seule entreprise utilisant l'olivine synthétique travaillait en aire ouverte. Les résultats de ces échantillonnages au tableau 10 démontrent des valeurs supérieures à la TLV[®] de 3 mg/m³ pour les poussières respirables. Les concentrations de quartz étaient souvent supérieures à la VEMP de 0,1 mg/m³ même si tous ces abrasifs ne contiennent pas ou peu de silice cristalline (< 5 %). Les résultats des concentrations de quartz dans l'entreprise utilisant l'oxyde d'aluminium sont surestimés en raison d'une interférence (non caractérisée). Les tableaux XIII, XIX, XXV et XXXI en annexe détaillent ces concentrations.

Les concentrations de poussières totales étaient majoritairement supérieures à la VEMP pour toutes les industries avec les différents abrasifs non siliceux. Les concentrations de certains métaux dans l'air étaient assez élevées et souvent supérieures aux VEMP pour au moins un des contaminants mesurés pour chacun de ces substituts et spécialement pour le fer. La grenaille d'acier étant elle-même composée d'une phase majeure en fer, les concentrations élevées sont compréhensibles. Par contre, l'olivine synthétique et l'oxyde d'aluminium en contiennent moins, soit < 9 % et < 3,5 % respectivement, les niveaux élevés de fer dans l'air proviendraient de la nature même du substrat. L'oxyde d'aluminium possède une dureté élevée procurant ainsi un effet décapant prononcé: des taux d'empoussièrement jusqu'à 2150 mg/m³ ont été mesurés en poussière totale soit plus de 200 fois la VEMP. Il faut toutefois noter qu'il n'y avait aucune ventilation dans cette salle. Le fer n'a pas

été mesuré dans les industries utilisant le verre recyclé broyé étant donné sa faible teneur dans l'abrasif de départ.

**TABLEAU 10 - ABRASIFS NON SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Olivine synthétique	5,2 - 53	n.d. - 0,91	22 - 1100	Co = n.d. - 0,072; Fe = 1,3 - 30; Ni = faible - 1,5; Pb = n.d. - 0,33
	n = 34		n = 40	
Verre recyclé broyé	8,8 - 53	0,04 - 1,28	71 - 505	Ni = faible - 1,2; Pb = faible - 0,72
	n = 17		n = 25	
Grenailles d'acier	2,8 - 20	0,04 - 0,70	8,6 - 175	Fe = 4,2 - 150
	n = 15		n = 45	
Oxyde d'aluminium	15 - 70	(0,11 - 0,28)*	100 - 2150	Cr = 0,09 - 0,7; Fe = 30 - 260
	n = 8		n = 15	

n = nombre total d'échantillons ; n.d. = non détecté

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

* = présence d'une interférence : surestimation probable de la teneur en quartz.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1; poussières totales = 10; Co = 0,05; Cr = 0,5; Fe = 10; Ni = 1; Pb = 0,15.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

4.3.4 Expositions ambiantes dans les pièces avoisinantes du sablage au jet

Le tableau 11 présente le résumé des niveaux d'empoussièrement pour différents contaminants dans les pièces avoisinantes ou à l'extérieur de la zone de sablage. Les concentrations de poussières étaient en-deçà des VEMP dans les industries utilisant le verre broyé, la grenailles d'acier et l'oxyde d'aluminium en raison principalement du confinement à l'intérieur des salles de sablage tel que détaillé en annexe aux tableaux XIV, XX, XXVI et XXXII. Les résultats les plus élevés en poussière respirable ont été observés à l'extérieur, dans l'entreprise utilisant l'olivine synthétique en aire ouverte (tableau XIV).

**TABLEAU 11 - ABRASIFS NON SILICEUX
CONCENTRATIONS (mg/m³) EN POSTES AMBIANTS
DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET**

	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
Olivine synthétique	0,1 - 5,1	n.d. - faible	1,3 - 30	Fe = faible - 1,7
	n = 8		n = 9	
Verre recyclé broyé	0,05 - 0,95	n.d. - 0,05	0,36 - 4,15	n.d. - faible
	n = 6		n = 8	
Grenailles d'acier	0,2 - 0,4	trace	0,2 - 1,3	n.d. - faible
	n = 2		n = 6	
Oxyde d'aluminium	n.d. - 0,45	n.d.	0,4 - 2,0	Fe = n.d. - 0,9
	n = 3		n = 3	

n = nombre total d'échantillons ; n.d. = non détecté;

trace = la présence de quartz de peut être confirmée.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP).

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1; poussières totales = 10; Fe = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

4.4 Évaluation de la condition de la cagoule

Le tableau 12 rapporte les observations faites sur le respect de l'intégrité des composantes d'origine, la propreté, les conditions d'entreposage entre les utilisations ainsi que les mesures de pression effectuées à l'aide du mini transducteur à l'intérieur de la cagoule à adduction d'air.

TABLEAU 12
ÉTAT ET ENTRETIEN DE LA CAGOULE

Entreprise	Intégrité	Propreté	Entreposage entre les sablages	Pression moyenne (cm H ₂ O)
a	oui	±	baril près de la porte	0,22 (+) ¹
b	oui	±	sur les pièces ou au sol	~ 0,25 (+)
	oui	±	sur les pièces ou au sol	~ 0,20 (+)
c	oui	non	à l'extérieur de la salle	0,13 - 0,20 (+)
d	non (visière)	±	atelier voisin	~ 0,11 (±) ²
e	oui	oui	extérieur/enclos	0,08 (±)
f	non (visière)	non	au sol	0,86 - 1,04 (+)
g	non (visière)	non déterminée	non déterminé	non mesurée
h	oui	oui	sur les pièces	~ 0,15 (+)
i	oui	non	au sol	0,15 - 0,19 (±)
	oui	non (fuite)	au sol	-0,06 - 0,07 (-) ³
j	non (collet)	non	sur les pièces	0,11 - 0,14 (-)
	non (visière)	non	sur les pièces	0,06 (-)
k	oui	non	sol	0,04 - 0,26 (-)
l	oui	oui	sur les pièces	1,2 - 1,8 (+)
m	oui	oui	sur les pièces	non mesurée
n	non (vitre)	non (fuites)	au sol	non mesurée

(1) : pression toujours positive ; (2) : pression quelques fois négative, particulièrement à l'effort ; (3) : pression souvent négative.

Seulement 11 cagoules sur 17 avaient conservé les constituantes d'origine soient la visière interne et le collet de laine assurant une meilleure étanchéité. Quatre cagoules sur seize semblaient propres lors des observations visuelles et tactiles (absence de poussières), quatre autres étaient moyennement propres tandis que huit cagoules étaient très malpropres dont deux comportaient des fuites dans le tuyau d'alimentation en air. La majorité des cagoules (13/16) étaient tenues dans l'environnement immédiat du procédé entre les périodes de sablage et à la fin de la journée. La moitié des équipements de protection évalués (7/14) se sont retrouvés dans des conditions de pression négative régulièrement ou ponctuellement, particulièrement à l'effort, laissant supposer la possibilité de pénétration de poussières à l'intérieur de la cagoule. Des exemples de graphiques de la pression à l'intérieur de la cagoule sont présentés à l'annexe III. Il a été impossible de mesurer la pression à l'intérieur de la cagoule dans trois entreprises pour des raisons de non disponibilité du sableur.

Les cagoules ayant montré une meilleure performance au niveau de la pression interne étaient généralement celles qui étaient les mieux entretenues. La cagoule du sableur de l'entreprise "f" était malpropre, ne comportait plus la visière interne et a quand même démontré le maintien d'une pression moyenne toujours positive. Ce sableur ajustait le débit d'air à un niveau élevé et inconfortable, mais portait un passe-montagne pour se protéger du froid même en été. De façon générale, les sableurs étaient peu sensibilisés à l'importance de bien ajuster le débit d'air dans leur cagoule.

À noter qu'aucun délai après l'arrêt du sablage n'était respecté par l'ensemble des sableurs avant le retrait de la cagoule, les exposant ainsi au nuage de poussières généré par le procédé. Les sableurs retiraient leur cagoule la plupart du temps dans la zone de sablage. De plus, aucun essai de vérification de l'étanchéité de l'équipement de protection respiratoire, aucune procédure de nettoyage de la cagoule et de ses composantes et aucun programme d'entretien des composantes du système (tuyaux, valves, filtres, etc.) n'était en place dans toutes les entreprises.

4.5 Observations sur la ventilation et les procédures de nettoyage

Le tableau 13 présente des données sur le système de ventilation des entreprises et sur la façon de disposer de l'abrasif usé ou sur la propreté des lieux. Seules les entreprises utilisant la grenaille d'acier (j et m) récupéraient leur abrasif et le réutilisaient en continu. Les autres entreprises ramassaient occasionnellement l'abrasif usé au sol et s'en servaient pour remplir leur terrain (k) ou s'en débarrassaient comme des déchets solides.

Pour les neuf salles de sablage, une seule était équipée de ventilation horizontale au plafond, dont les filtres n'étaient pas encore fonctionnels lors de notre visite car il s'agissait d'une toute nouvelle installation (m). Six salles de sablage fonctionnaient en pression négative assurée par des extracteurs (b, c, d, f, g et j). Une salle opérait en mode admission/extraction en système oblique (k) et recyclait son air. Enfin une dernière salle ne comportait aucune ventilation (a), et les portes étaient régulièrement afin d'assurer une aération minimale.

Trois entreprises utilisaient des enclos à trois côtés (e, h et n) sans aucune aspiration. Une entreprise oeuvrait dans un stationnement étagé (i) où la section sablée était partiellement isolée par des plastiques; aucune ventilation autre que naturelle n'était assurée. Une dernière entreprise (l) sablait en plein champ au grand air.

TABLEAU 13
VENTILATION ET PROCÉDURES DE NETTOYAGE

	Ventilation	Remarques
Salles de sablage		
a	aucune; portes ouvertes régulièrement	abrasif ramassé à la pelle et remis dans la sableuse
b	pression négative: ventilateur; porte entrouverte	sable de silice habituellement utilisé; amoncellement de sable au fond, au sol et à l'extérieur
c	pression négative: ventilateurs à la sortie, volets à l'avant; portes ouvertes	salle nettoyée sommairement entre utilisations des différents abrasifs
d	pression négative: ventilateur; porte entrouverte du bas	olivine habituellement utilisée et recyclée; couche d'abrasif au sol
f	pression négative: ventilateur à l'arrière; porte avant ouverte	sable de silice utilisé la semaine précédente; amoncellement de sable au fond, au sol et à l'extérieur
g	pression négative: ventilateurs de sortie et volets d'entrée	mince couche d'abrasif au sol
j	pression négative: extracteurs sur mur arrière; volets à l'avant	sable de silice déjà utilisé; abrasif récupéré chaque jour et recyclé; accumulation de sable au sol à l'extérieur
k	système oblique: apport d'air du plafond au centre et extraction au mur arrière	sable usé ramassé une fois par semaine
m	ventilation horizontale au plafond; filtres non fonctionnels	recyclage d'abrasif: trappe au sol
Aire ouverte (enclos à 3 côtés)		
e	naturelle	accumulation de sable au fond de l'enclos, au sol et à l'extérieur
h	naturelle	
n	naturelle	accumulation de sable au fond de l'enclos, au sol et à l'extérieur.
Aire ouverte (stationnement étagé)		
i	naturelle; milieu confiné	sol nettoyé à la fin des travaux
Aire ouverte (extérieur)		
l	dehors à l'air libre	accumulation de sable au sol

4.6 Méthodes et habitudes de travail

Les méthodes et les habitudes de travail ont été observées à l'aide de la grille de l'annexe I. Le port de protection respiratoire pour le sableur lors de l'exécution de tâches connexes au sablage, pour tous les autres travailleurs ayant accès à la zone de sablage et l'existence d'un programme de protection respiratoire ont été considérés dans nos observations. L'organisation des locaux, la présence de panneaux avertisseurs et de zones à accès limité et l'hygiène personnelle ont été documentées. Les travailleurs ont été questionnés sur leur formation et leur connaissance de la toxicité du sable de silice et des autres abrasifs.

Lors de l'exécution de tâches connexes, seulement un sableur gardait sa cagoule lors du remplissage du réservoir d'abrasif. Sa cagoule ne comportait plus de visière intérieure et il retirait les micas extérieurs pour mieux voir lorsqu'il versait l'abrasif. Douze sableurs ne portaient aucune protection respiratoire tandis que quatre sableurs portaient à l'occasion un masque jetable ou un masque à cartouches. Là où il y avait des travailleurs dans l'environnement immédiat du sableur, le masque jetable était utilisé seulement dans deux entreprises sur quatorze et ce, occasionnellement. Dans toutes ces entreprises, il n'existait pas de programme de protection respiratoire.

Pendant l'exécution du procédé, des habitudes de travail peuvent contrevenir à la protection des travailleurs. Nous avons observé dans les différentes entreprises certaines habitudes déficientes: l'ouverture fréquente des portes de la salle pendant le sablage, la présence et la circulation non contrôlée d'autres travailleurs dans la zone de sablage, l'absence de panneaux avertisseurs et de zones à accès limité (dans toutes les entreprises).

Après le procédé de sablage, aucun délai avant l'ouverture des portes de la salle n'était respecté afin de permettre à la poussière de se déposer. Cinq des neuf salles procédaient d'ailleurs aux activités de sablage avec les portes partiellement ou complètement ouvertes.

Dans l'organisation des locaux, la présence d'installations sanitaires (toilettes et évier) a été constatée dans toutes les entreprises à proximité de la zone de sablage. Un local de repos/repas était disponible dans dix entreprises sur 14. Dans la majorité des cas, ces locaux étaient assez propres; dans une entreprise où on effectuait de la peinture, une forte odeur de solvant était toutefois présente dans la salle de repos.

Pour la partie formation-information de nos observations, en ce qui concerne la disponibilité des fiches techniques, dix entreprises sur 14 n'en possédaient pas ou elles étaient classées dans un bureau éloigné du site de sablage. Des étiquettes sur les sacs d'abrasifs étaient présents dans huit entreprises seulement. Aucun sableur n'a reçu de formation spécifique à la réalisation des activités de sablage. De plus, seulement trois sableurs sur onze semblaient connaître sommairement la toxicité de certains abrasifs.

5. DISCUSSION

Les résultats des mesures et les observations faites dans quatorze entreprises sont regroupés de façon à permettre l'évaluation des trois niveaux de prévention en hygiène industrielle: l'élimination ou la diminution des sources d'émission (l'abrasif utilisé), le contrôle de cette source (ventilation ou confinement) et le contrôle de l'exposition (équipement de protection personnelle et méthodes de travail).

5.1 Premier niveau: élimination des sources d'émission

Le premier niveau vise les sources d'émission telles que les abrasifs et les équipements ou méthodes de projection. Toutes les entreprises utilisaient le procédé à sec qui génère des concentrations importantes de poussières provenant à la fois de l'abrasif et de la surface décapée. Le procédé de décapage est donc une source importante d'émission difficile à éliminer, surtout si le travail se fait par méthode de projection à sec.

Les abrasifs siliceux présentent une toxicité pulmonaire élevée que reflète la valeur d'exposition moyenne pondérée. Les abrasifs substitués ou non siliceux ne comportent pas les mêmes risques pour la santé mais une attention particulière doit toutefois être portée à la présence de métaux toxiques qui peuvent être émis dans l'air. Certains métaux (Co, Cr, Ni et Pb) étaient non décelés ou en très faible quantité dans les abrasifs de départ mais devenaient problématiques dans l'air par rapport à la VEMP à cause de l'empoussièrément élevé. Compte tenu que la plupart du temps, la surface nettoyée est composée principalement d'acier, la concentration de fer dans l'air, provenant de la matrice soumise au sablage, est souvent supérieure à la VEMP. Le sablage au jet avec des scories de polymétallurgie n'est pas très courant au Québec et n'a pas été couvert dans cette étude. En cas d'utilisation de ce type d'abrasif, la présence de certains métaux dont le plomb, l'arsenic et l'antimoine devra être vérifiée.

Le procédé de sablage à sec générera toujours des poussières dont les concentrations seront difficiles à abaisser au point de respecter la valeur d'exposition moyenne pondérée de 10 mg/m^3 pour les poussières totales ou la TLV® de 3 mg/m^3 pour les poussières respirables.

5.2 Deuxième niveau: contrôle des sources

Le deuxième niveau fait intervenir le contrôle des sources par ventilation générale et par confinement tels les salles de sablage ou les enclos. L'article 19 du Règlement sur la qualité du milieu du travail stipule que "toute opération industrielle de nettoyage par jet d'abrasif menée à l'intérieur d'un établissement doit s'effectuer dans une salle ou un cabinet isolé et ventilé par extraction".

5.2.1 Salles de sablage

Le tableau 14 reprend les résultats des tableaux 6 et 10 pour mettre en évidence les risques élevés d'exposition aux poussières totales et respirables dans les salles de sablage. Compte tenu que les

systèmes de ventilation des salles évaluées dans ce projet comportaient des lacunes observables, les niveaux de poussières étaient très élevés à l'intérieur et contribuaient donc à exposer les travailleurs présents à des concentrations pouvant dépasser les VEMP. Les niveaux élevés des concentrations de silice cristalline respirable en postes ambiants dans les salles de sablage (5-60 fois la VEMP) sont tellement évidents qu'ils n'ont à peu près pas été documentés dans la littérature scientifique. Le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) (32) rapporte les résultats de Samimi *et al.* en 1974 indiquant des concentrations de silice cristalline respirable jusqu'à 43 mg/m³ dans l'environnement du sableur. Le même organisme (6) rapporte des concentrations de silice cristalline respirable 80 fois supérieures à la norme dans le voisinage du sableur et de 1,4 à 7,4 fois supérieures à la norme pour les aide-sableurs. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux que nous avons documentés.

La concentration dans l'air de certains métaux s'approchait des valeurs d'exposition moyenne pondérée ou les dépassait pour les substances en caractères gras. Ainsi, le fer pour la grenaille d'acier; le cobalt, le nickel et le plomb pour l'olivine synthétique; le nickel et le plomb pour le verre broyé et finalement pour l'oxyde d'aluminium, le fer et le chrome ont été retrouvés en concentrations significatives. Des observations de même nature ont été publiées pour les travaux d'entretien sur les ponts (13, 14) et autres surfaces (15, 16).

Le quartz respirable était présent dans des concentrations parfois supérieures à la VEMP avec les abrasifs non siliceux bien qu'aucun abrasif siliceux n'était utilisé pendant la période d'échantillonnage. Il s'agissait en effet d'industries ayant déjà utilisé du sable de silice (f et j), d'industries utilisant successivement un abrasif siliceux ou un abrasif non siliceux (b, c et k) ou d'industries dont la salle de sablage était à proximité d'une installation où l'on procédait au sablage au jet avec de la silice à l'extérieur (j). Ces observations mettent en évidence la nécessité de procéder à un nettoyage minutieux et à l'élimination complète de l'abrasif siliceux lors d'une prise de décision sur l'utilisation d'abrasifs non siliceux.

TABLEAU 14
CONCENTRATIONS (mg/m³) À L'INTÉRIEUR DES SALLES DE SABLAGE

substance	sable de silice	olivine synthétique	verre recyclé broyé	grenailles d'acier	oxyde d'aluminium
poussières respirables	13 - 57	10 - 53	8,8 - 53	2,8 - 20	15 - 70
quartz	0,56 - 6,1	trace - 0,91	0,04 - 1,28	0,04 - 0,70	(0,11 - 0,28)*
poussières totales	140 - 375	34 - 350	71 - 505	8,6 - 175	100 - 2150
Co	faible	n.d. - 0,05	n.d. - 0,01	n.d. - 0,01	-
Cr	faible	faible - 0,28	0,05 - 0,13	n.d. - 0,35	0,09 - 0,7
Fe	faible	-	-	4,2 - 150	30 - 260
Mn	faible	faible - 0,6	-	faible - 1,4	faible - 3,8
Ni	faible	0,15 - 1,2	faible - 1,2	n.d. - 0,17	-
Pb	faible - 0,05	n.d. - 0,33	faible - 0,72	-	-

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15.

TLV*(mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs supérieures à la VEMP ou au TLV* (poussières respirables).

*Interférence au plan principal de diffraction : surestimation probable.

Les portes de certaines salles demeuraient entrouvertes afin d'assurer une aération minimale en raison des conditions de ventilation inexistantes et des niveaux élevés d'empoussièrement; ce qui pouvait avoir pour effet de contaminer les zones avoisinantes ou l'extérieur. En effet, des niveaux élevés de poussières ont pu être observés à l'extérieur de ces salles de sablage, avec le sable de silice, et des concentrations de 5,1 mg/m³ en poussières respirables ont été rencontrées avec l'olivine synthétique.

5.2.2 Enclos

Lorsque les travaux de sablage sont faits à l'extérieur, la réglementation concernant la protection de l'environnement exige l'utilisation d'un enclos ou d'un paravent de façon à contenir les poussières à l'intérieur des espaces. Tout comme avec les salles de sablage, l'environnement et les travailleurs à l'extérieur devraient être mieux protégés par la présence de l'enclos mais le sableur et les autres travailleurs ayant accès à la zone de sablage risquent d'être exposés à des concentrations importantes de poussières. Les enclos qui étaient utilisés lors de nos interventions ne comportaient que trois côtés et n'étaient pas équipés de système d'aspiration ou de ventilation mécanique. Des concentrations à l'intérieur de certains enclos ont été supérieures aux normes d'exposition. Répétons qu'à l'intérieur de l'enclos, les concentrations de poussières respirables et totales (jusqu'à 47 mg/m³ et 1100 mg/m³ respectivement) avec l'olivine synthétique et des concentrations de quartz jusqu'à 34 fois la VEMP

avec la silice dans le stationnement étagé dont la zone de sablage était isolée par des plastiques, donnent une indication de l'effet de ces moyens d'isolation sur l'augmentation des concentrations de poussière dans le voisinage des sableurs et des aide-sableurs. À l'extérieur de ces enclos, des concentrations de poussières respirables et totales ainsi que des concentrations de quartz supérieures aux VEMP et à la TLV® (Tableaux IV et XIII) indiquent bien que ces enclos augmentent l'exposition des sableurs sans assurer une protection efficace aux travailleurs qui peuvent se trouver dans le voisinage.

L'utilisation de salles de sablage ou d'enclos sans ventilation ou aspiration adéquates peut donc contribuer à augmenter les niveaux de poussières à l'intérieur et ainsi à exposer les travailleurs à des concentrations pouvant dépasser les VEMP sans nécessairement assurer une protection efficace aux travailleurs à l'extérieur si le confinement n'est pas hermétique.

5.3 Troisième niveau: contrôle de l'exposition

Le troisième niveau d'intervention porte sur le contrôle de l'exposition des travailleurs. Ce contrôle se fait entre autre par l'utilisation de systèmes de protection individuelle pour les sableur et les travailleurs environnants qui sont dans des situations où il est impossible, à court terme, d'utiliser d'autres produits ou procédés et par l'emploi de méthodes sécuritaires de travail.

Le règlement québécois à l'article 20 mentionne que "Le responsable d'un établissement doit s'assurer que tout travailleur exposé à la poussière du nettoyage par jet d'abrasif porte une cagoule de sablage à adduction d'air, des gants, des jambières et un vêtement conçu pour assurer sa protection contre les poussières et les projections d'abrasifs et de métaux". De plus, il y est mentionné que "Le travailleur doit revêtir, enlever et remiser l'équipement de protection à l'extérieur de l'endroit où ont lieu les opérations de nettoyage par jet d'abrasif". L'obligation réglementaire du port de la cagoule est, en soi, une admission de la difficulté de diminuer les concentrations de poussière émise par procédé par jet d'abrasif à sec et la nécessité d'utiliser systématiquement un moyen de protection respiratoire et ceci, de façon efficace.

5.3.1 Protection respiratoire

Nos observations sur le terrain ont montré que seuls les sableurs portent une protection respiratoire de type à adduction d'air et ce, pendant l'opération de sablage seulement. Le fait que pour effectuer des tâches connexes, dans une seule entreprise le sableur gardait sa cagoule lors du remplissage de son réservoir d'abrasif et dans deux autres cas, le sableur portait un masque à cartouches ou un masque à poussières, cause des expositions pendant ces tâches qui peuvent contribuer à l'accumulation de poussière dans le poumon. Là où il y avait des travailleurs dans l'environnement immédiat du sableur, le masque jetable seulement était occasionnellement utilisé deux fois sur huit, donc dans plusieurs cas, l'opération durant huit heures sous ces conditions mènerait à des possibilités de dépassement de la VEMP.

5.3.2 Exposition des travailleurs

L'exposition du sableur lors du sablage devrait généralement être faible en raison de la protection respiratoire assurée par le système à adduction d'air, ce qui est le cas dans la plupart de nos observations mais quelques cas de non conformité ou de détérioration de certaines composantes du système de protection respiratoire, mettent l'accent sur la nécessité des actions préventives pour généraliser l'efficacité de l'utilisation de la cagoule à adduction d'air. Les mesures de pression prises à l'intérieur des cagoules à adduction d'air afin de vérifier le comportement d'un tel système supportent les résultats des mesures de concentration en amont et en aval et incitent sur l'importance des moyens de prévention.

Avec l'utilisation d'abrasifs siliceux, les sableurs ont été exposés à des concentrations jusqu'à 11 fois la VEMP en quartz lors de la réalisation de tâches connexes alors que seulement quatre sableurs sur 16 portaient occasionnellement un masque jetable ou un masque à cartouches. Ces résultats mettent l'accent sur la nécessité de diminuer cette exposition en modifiant les méthodes de travail ou en continuant de porter la cagoule protectrice avec adduction d'air. Les résultats des mesures des travailleurs dans l'environnement du procédé de sablage, des contremaîtres ou des travailleurs ne passant qu'occasionnellement dans la zone de sablage ont montré des expositions à des concentrations de quartz pouvant aller jusqu'à 15 fois la VEMP qui devraient être évitées par les mêmes moyens de prévention. Avec l'utilisation d'abrasifs non siliceux, les concentrations de poussières totales et de métaux étaient inférieures aux valeurs d'exposition admissibles pour les sableurs et les autres travailleurs dans la zone de sablage.

Il aurait été intéressant d'évaluer un facteur de protection pratique pour les différents systèmes et de le mettre en parallèle avec l'état, l'entretien et l'entreposage de l'équipement et ce pour les différentes situations évaluées. Mais compte tenu de la trop grande variabilité des paramètres, cet exercice aurait nécessité une méthodologie et des conditions expérimentales différentes, ce qui était hors de notre contrôle.

5.3.3 Méthodes et habitudes sécuritaires de travail

Lors de nos observations, nous avons constaté que des méthodes et habitudes de travail peuvent contrevenir à l'efficacité de la protection respiratoire dont l'entreposage inadéquat de la cagoule entre les périodes de sablage et à la fin de la journée. Cette habitude pourrait expliquer la présence de poussières dans la majorité des cagoules examinées. Nous avons aussi noté des déficiences au niveau du nettoyage de la cagoule et de ses composantes et l'absence de programme d'entretien des composantes du système (tuyaux, valves, filtres, etc.). Les sableurs enlèvent leur cagoule à l'intérieur du site de sablage et ne remettent que très rarement leurs équipements dans un endroit propre. Au même niveau, l'ouverture fréquente des portes pendant le sablage expose les autres travailleurs des salles voisines aux poussières de sablage.

Dans toutes les entreprises visitées, aucun programme de protection respiratoire n'était en place. De plus, la plupart des sableurs ne sont pas informés des risques auxquels ils sont exposés, des méthodes et autres moyens dont ils peuvent disposer pour minimiser ces risques.

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le procédé de sablage au jet génère des concentrations importantes de poussières quelque soit l'abrasif utilisé. Dans le contexte de notre étude, il ressort que les moyens de prévention en place étaient souvent inefficaces à empêcher que les concentrations de silice cristalline (quartz), de poussières totales et, à un degré moindre, des différents métaux (plomb, fer, nickel et cobalt) soient supérieures aux valeurs d'exposition moyenne pondérée du Québec lors de l'utilisation de jet d'abrasif en procédé à sec.

Lors de l'utilisation d'abrasifs siliceux, les concentrations de quartz étaient très élevées dans les salles de sablage et pouvaient être également élevées dans les salles avoisinantes ou à l'extérieur des salles de sablage. Les concentrations étaient généralement faibles à l'intérieur des cagoules à adduction d'air bien entretenues. Des dépassements de la valeur d'exposition moyenne pondérée en quartz ont quand même été observés à l'intérieur de la cagoule démontrant l'inefficacité, à protéger le travailleur, de certaines cagoules modifiées ou mal entretenues.

Dans la mesure du possible, l'utilisation d'un abrasif non siliceux est fortement recommandée. Cette substitution est efficace à condition de continuer à utiliser correctement la cagoule à adduction d'air. De plus, suite à la substitution par un abrasif non siliceux, la salle de sablage doit être nettoyée afin d'éliminer les résidus contenant de la silice cristalline.

La ventilation était pratiquement inexistante ou inefficace dans toutes les salles de sablage, ce qui avait pour effet d'augmenter les risques d'exposition pour les travailleurs durant le procédé mais aussi lors de l'exécution de tâches connexes. Le sablage au jet doit se faire dans une salle ventilée et étanche, nettoyée régulièrement et un certain délai doit être respecté avant l'ouverture des portes. Tous les moyens possibles doivent être utilisés afin de diminuer les concentrations de poussières à des niveaux sécuritaires.

Lorsque les travaux étaient réalisés dans des enclos à trois côtés, les poussières pouvaient être entraînées à l'extérieur exposant ainsi les autres travailleurs en dehors de la zone de sablage. Le sableur et les aides étaient exposés à des concentrations importantes de poussières dans la zone de sablage.

Des déficiences ont également été observées tant au niveau de la protection respiratoire que des méthodes et habitudes de travail sécuritaires. L'entretien, le nettoyage, l'entreposage dans un endroit propre des cagoules et l'utilisation de toutes les pièces de l'équipement original constituent des éléments importants d'une bonne protection respiratoire. Les résultats de poussières, de silice et de métaux dans l'environnement du procédé de sablage suggèrent l'importance du port de protection respiratoire individuelle quelque soit l'abrasif utilisé pour tous les travailleurs ayant accès à la zone de sablage pendant le sablage mais aussi pendant la réalisation de tâches connexes.

De nombreuses habitudes de travail, dont l'ouverture des portes de la salle de sablage, peuvent contribuer à la contamination du milieu et de l'environnement de travail. La mise en place de

programme de protection respiratoire dans les entreprises, une formation accrue ainsi que la diffusion de l'information aux travailleurs concernant les risques reliés à ces procédés contribueraient à améliorer l'efficacité des mesures préventives.

7. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'équipe de terrain composée de Yves Beaudet, Rodrigue Gravel et Claude Létourneau pour leur support technique lors des prélèvements d'échantillons, l'équipe de laboratoire composée de Brigitte Blanchette, Gabrielle Chamberland, Claudette Dufresne, Lucie Locas et Julie McCabe pour la réalisation des analyses de poussières, ainsi que Pierre Larivière, Guylaine Beauchamp, Diane Cormier, Annie Ouellet pour les analyses de métaux et Guillaume Lachapelle pour l'inventaire et l'analyse d'échantillons de procédé dans le cadre de son projet de fin d'études.

8. RÉFÉRENCES

1. Corn M. Current status and Prospects for Prevention and Control of Air Pollution at the Workplace. Proceedings. Eighth International Conference on Occupational Lung Diseases, Prague, pp. 77-112 (1992).
 2. Parkes W.R. Occupational Lung Disorders. Chapter 7. Silicosis and related diseases. pp. 285-339 (1994).
 3. Rivard C.I., Armstrong, B., Petitclerc M., Cloutier L.G. and Thériault G. Lung Cancer Mortality and Silicosis in Quebec. The Lancet, no. 30, pp. 1504-1506 (1989).
 4. Turcot, J. Profil statistique des nouveaux cas indemnisés pour maladies professionnelles pulmonaires à la CSST (1988-1991), 15^e Congrès de l'Association pour l'hygiène industrielle au Québec, mai 1993.
 5. National Institute for Occupational Safety and Health. Alert. Request for Assistance in Preventing Silicosis and Deaths from Sandblasting. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control. Publication no. 92-102. 15 pages (1992).
 6. Centre International de Recherche sur le Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 68. Silica, Silicates, Coal Dust and Para-aramid Fibrils. Lyon, France, p. 41-242 (1997).
 7. Breton M. et Fortin G. Sablage par jet d'abrasif. CSST, document de travail, 17 pages, janvier 1992. (Préparé suite à une consultation de différents organismes).
 8. Giroux D. Industrie des abrasifs, choix d'abrasifs, acceptabilité des substituts à la silice et croyances des usagers. Mémoire de maîtrise. Université de Sherbrooke. 97 pages (Janvier 1997).
 9. Giroux D., Roy Mario et Fortier L. Silicose et sablage au jet. Travail et Santé, 13(4) : S-25-S-28 (Décembre 1997).
 10. Lachance A. La prévention souffle sur le décapage au jet d'abrasif. Prévention au travail, 10(5): 34-38 (automne 1997).
 11. Hilt B. Crystalline Silica. Dans Criteria Documents from the Nordic Expert Group 1993. National Institute of Occupational Health. Arbete och Hals, 1993 :35, pp. 1-82 (1993).
 12. Brantley, C.D. and Reist, P.C. Abrasive Blasting with Quartz Sand : Factors Affecting the Potential for Incidental Exposure to Respirable Silica. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 55 : 266-270 (1995).
-

13. Conroy, L.M., Menezes-Lindsay, R.M. and Sullival, P.M. Lead, Chromium, and Cadmium Emission Factors During Abrasive Blasting Operations by Bridge Painters. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 56 : 266-270 (1995).
 14. Fairfax, R. Exposure to Arsenic and Other Metals During Bridge Renovation. Appl. Occup. Environ. Hyg. 10(7) : 588-590 (1995).
 15. Conroy, L.M., Menezes-Lindsay, R.M. Sullivan, P.M. and Linda-Forst, S.C. Lead, Chromium, and Cadmium Emission Factors During Abrasive Blasting. Arch. Environ. Health, 51(2) : 95-99 (1996).
 16. Tharr, D. Respirable Crystalline Silica Dust Exposure During Abrasive Blast Cleaning of Bridge Deck Survice. Appl. Occup. Environ. Hyg. 11(2) : 81-83 (1996).
 17. National Institute for Occupational Safety and Health. Industrial Health and Safety Criteria for Abrasive Blast Cleaning Operations. National Technical Information Service, U.S. Department of commerce. NIOSH-TR-045-73. 112 pages (1973).
 18. National Institute for Occupational Safety and Health. Abrasive Blasting Respiratory Protective Practices Survey. National Technical Information Service, U.S. Department of commerce. NIOSH-TR-048-73. 122 pages (1973).
 19. National Safety Council. Abrasive Blasting. Data Sheet 1-433-Rev.86. Chicago, Illinois, 6 pages (1986).
 20. Logue O.T. Safety and Pneumoconioses : Abrasive Blasting and Protective Respiratory Equipment. Materials Performance. Pp. 32-37. September 1991.
 21. Greskevitch M.D., Groce D. and Hearl F.J. Assessment of Abrasive Blasting Substitutes for Silica. Présenté à l'American Industrial Hygiene Conference and Exhibition, New Orleans, May 1993.
 22. Institut national de recherche et de sécurité. Décapage, désablage, dépolissage au jet libre en cabine. Guide pratique de ventilation no 14-ED 768. Cahier de notes documentaires no 154, pp. 5-19 (1994).
 23. Commission de la santé et de la sécurité du travail. Le décapage au jet d'abrasif, Guide. DC 200-16191(96-09)(1996).
 24. Roy, M., Fortier, L., Robert A.-M. et Giroux D. Choix d'abrasifs, acceptabilité des substituts de la silice et adoption de mesures préventives lors du sablage au jet. Rapport. Études et recherches. IRSST. (Février 1997).
-

25. Samini B., Ziskind M. and Weill H. The Relation of Silica Dust to Accelerated Silicosis. *Ecotoxicology and Environment Safety*, vol. 1 no 4, pp. 429-436 (1978).
 26. Glindmeyer H.W. et Hammad Y.Y. Contributing Factors to Sandblasters' Silicosis : Inadequate Respiratory Protection Equipment and Standards. *Journal of Occupational Medicine*, vol. 30 no 12, pp. 917-921 (1988).
 27. Campbell D.L., Noonan G.P., Merinar T.R. and Stobbe J.A. Estimated Workplace Protection Factors for Positive-Pressure Self-Contained Breathing Apparatus. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, vol. 55 no 4 pp. 322-329 (1994).
 28. Gouvernement du Québec. Règlement sur la qualité du milieu de travail. S-2.1,r.15. Québec (1994).
 29. Classification des activités économiques du Québec. Révisée d'après la Classification type des industries de statistique Canada, 1980. Bureau de la statistique du Québec. Direction de la consultation et des méthodes. Division de la normalisation (Mai 1984).
 30. IRSST. Direction des laboratoires. Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air. Études et recherches, guide technique. Septembre 1994.
 31. ACGIH. TLVs® and BEIs®. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents - Biological Exposure Indices (1997)
 32. Centre International de Recherche sur le Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 42. Silica, Silicates, Coal Dust and Para-aramid Fibrils. Lyon, France, p. 69 (1997).
-

ANNEXE I :
GRILLE D'OBSERVATIONS

SABLAGE AU JET

SECTION 1 : ENTREPRISE

Date de l'intervention :

- 1- Nom de l'entreprise :
- 2- Types de service (de sablage) :
- 3- Type(s) de procédé :
- 4- Nombre et localisation des postes de sablage :
 - . salle de sablage :
 - . cabinet fermé (à gants) :
 - . atelier avec écran :
 - . atelier en aire ouverte :
 - . dehors :
 - . autre:
- 5- Nombre d'employés (et nombre d'heures/période de temps) qui font du sablage :
- 6- Nombre d'employés dans l'environnement de travail :
- 7- Description de l'organisation physique des postes de sablage :

SECTION 2 : PROCÉDÉ

- a) Chambre de sablage :
 - marque et modèle :
 - dimensions :
 - type de ventilation :
 - débit :
 - recirculation d'air :
 - récupération du sable :
 - temps d'attente avant l'ouverture de la porte
- b) Sableuse :
 - marque :
 - modèle :
 - . à succion d'abrasif (passage de l'air comprimé dans le pistolet aspire l'abrasif) :
 - . à pression d'abrasif (réservoir pressurisé qui pousse le mélange air-abrasif) :
 - capacité (lb ou pi3 de sable) :
 - diamètre du tuyau (po) :
 - longueur du tuyau (pi) :
 - équipements optionnels :
 - commande à distance
 - dispositif de fermeture rapide du régulateur (pour sablage en hauteur ou à longue distance)
 - dispositif qui bloque le fonctionnement si on laisse échapper accidentellement le boyau
 - système d'aspiration des poussières
 - orifice de buse (po) :
 - pression (lbs/po2) :
 - collecteur de poussières (pi2) :

SECTION 3 : PROTECTION RESPIRATOIRE

- 1- Type de respirateur:
 - filtrant demi-masque
 - ligne d'air masque complet
 - bonbonne cagoule
- 2- Utilisation :
 - Non-utilisation :
 - Délai entre fin du travail et retrait du masque :
- 3- Approvisionnement en air (ACNOR Z180.1) :
 - Description du système :
 - Source :
 - Système de filtration :
 - Équipements optionnels :
 - séparateur d'humidité
 - valves de contrôle (débit, pression négative)
 - contrôle de température
 - autres :
 - Pression au filtre :
 - Pression dans la cagoule : voir histogrammes
 - Température :
 - Longueur de tuyau :
 - Diamètre de tuyau :
 - Mesure de CO (dans la cagoule) :
- 4- Disponibilité d'équipements pour travailleurs voisins :
 - Disponibilité d'équipements pour clients (visiteurs) :
- 5- Nettoyage, entretien et entreposage
 - Observations sur l'état de l'équipement :
 - Responsable :
 - Individualité :
 - Fréquence :
 - Méthodes de nettoyage (air comprimé, lavage, etc) :
 - Méthodes de vérification de l'état et de l'étanchéité :
 - Lieu d'entreposage :

SECTION 4 : MESURES DE VENTILATION DANS CHAMBRE DE SABLAGE (vitesses)

- 1- Données techniques :
 - type de ventilation :
- 2- Air ambiant :
 - (recommandé : vertical : 0,4 m/sec; horizontal : 0,5 m/sec)
- 3- Ouvertures (vérifier si présence de louvres) :
 - (recommandé > 1,5 m/sec)
- 4- Grilles d'évacuation :
 - (recommandé < 2,5 m/sec)

SECTION 5 : ORGANISATION DU TRAVAIL

- 1- Proximité d'installations sanitaires (évier) :
- 2- Local de repos / repas :
- 3- Présence de panneaux avertisseurs :
- 4- Zones à accès limité :
- 5- Observations :

SECTION 6 : FORMATION / INFORMATION

- 1- Disponibilité des fiches signalétiques :
- 2- Étiquettes sur les sacs d'abrasifs :
- 3- Formation reçue par le travailleur :
- 4- Observations :

ANNEXE II :

**TABLEAUX DÉTAILLÉS DES CONCENTRATIONS
DE POUSSIÈRES SILICEUSES ET MÉTALLIQUES**

TABLEAU I - SILICE
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
n aire ouverte (enclos à 3 côtés)	0,3 - 11	0,18 - 5,0	n.e.	
	n ¹ = 2			
e aire ouverte (enclos à 3 côtés)	n.d.	n.e.	n.e.	
	n ¹ = 1			
i aire ouverte (stationnement étagé)	0,2 - 0,85 (0,48 ± 0,31) ²	0,04 - 0,21 (0,12 ± 0,07) ²	n.a.	
	n ¹ = 4			
l extérieur	n.d.	n.d.	n.e.	
	n ¹ = 2			

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.a. = non applicable ; n.e. = non effectué.

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25 ; quartz < 6.

TABLEAU II - SILICE
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
n aire ouverte (enclos à 3 côtés)	17 - 58	4,9 - 20	n.a.	
	n ¹ = 2			
e aire ouverte (enclos à 3 côtés)	0,15	0,05	n.a.	
	n ¹ = 1			
i aire ouverte (stationnement étagé)	3,2 - 16 <i>(7,3 ± 4,4)²</i>	1,2 - 8,3 <i>(3,2 ± 2,3)²</i>	0,45 - 4,1 <i>(1,7 ± 1,3)²</i>	0,07 - 1,5 <i>(0,49 ± 0,45)²</i>
	n ¹ = 8		n ¹ = 11	
l extérieur	0,10 - 0,45	0,02 - 0,25	0,25	0,13
	n ¹ = 2		n ¹ = 1	

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.a. = non applicable

TABLEAU III - SILICE
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
n aire ouverte (enclos à 3 côtés)	n.e.		n.e.	
e aire ouverte (enclos à 3 côtés)	n.d.	n.e.	n.e.	
	n ¹ = 1			
i aire ouverte (stationnement étagé)	2,4 - 8,6 (6,3 ± 2,7) ²	0,92 - 3,4 (2,5 ± 1,1) ²	n.e.	
	n ¹ = 5			
l extérieur	0,10 - 5,6	0,07 - 2,2	n.e.	
	n ¹ = 2			

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25.

n.e. = non effectué.

TABLEAU IV - SILICE
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
n aire ouverte (enclos à 3 côtés)	0,6 - 16	0,26 - 3,9	n.e.	
	n ¹ = 2			
e aire ouverte (enclos à 3 côtés)	n.d. - 0,10	n.e. - 0,12	n.e.	
	n ¹ = 2			
i aire ouverte (stationnement étagé)	0,15	0,02	n.e.	
	n ¹ = 1			
l extérieur	0,15	0,04	n.e.	
	n ¹ = 1			

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25 .

n.e. = non effectué.

TABLEAU V - SABLE DE SILICE
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES RESPIRABLES

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m ³)			
b salle de sablage	n.d. - 0,15	n.d. - trace	n.e.	
	n ¹ = 4			
k salle de sablage	0,15 - 0,30 (0,23 ± 0,06) ²	trace	0,75 - 5,3 (2,3 ± 2,6) ²	trace - 0,60
	n ¹ = 4		n ¹ = 3	
c salle de sablage	n.d.	n.d.	4,2	1,1
	n ¹ = 1		n ¹ = 1	
d salle de sablage	n.d.	n.e.	n.e.	
	n ¹ = 1			

1: n = nombre d'échantillons .

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25 ; quartz < 6.

n.e. = non effectué

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

**TABLEAU VI - SABLE DE SILICE
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
b salle de sablage	n.e.		n.e.	
k salle de sablage	n.e.		n.e.	
c salle de sablage	2,8	Co = n.d.; Cu = n.d.; Ni = n.d.; Pb = n.d.; Zn = faible	n.e.	
	n ¹ = 1			
d salle de sablage	n.e.		n.e.	

1 : n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; Co = 0,05 ; Cu = 0,2 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

faible = signifie des concentrations inférieures à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) = Co < 1 ; Cu < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

n.e. = non effectué.

TABLEAU VII - SABLE DE SILICE
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m ³)			
b salle de sablage	n.a.		n.e.	
k salle de sablage	32 - 65	3,1 - 6,8	2,1	0,12
	n ^l = 2		n ^l = 1	
c salle de sablage	n.e.		1,3	0,06
			n ^l = 1	
d salle de sablage	n.a.		n.a.	

l : n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.a. = non applicable ; n.e. = non effectué.

**TABLEAU VIII- SABLE DE SILICE
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
b salle de sablage	41 - 51 (45 ± 5,2)²	2,9 - 5,0 (3,8 ± 1,1)²	n.e.	
	n ¹ = 3			
k salle de sablage	13 - 57 (25 ± 17)²	0,56 - 4,2 (1,9 ± 1,2)²	n.e.	
	n ¹ = 9			
c salle de sablage	20 - 55	2,1 - 3,6	305 - 320	Co, Cu, Ni, Zn = faible; Pb = 0,05
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	
d salle de sablage	13 - 51 (31 ± 12)²	1,5 - 6,1 (3,8 ± 1,5)²	140 - 375 (248 ± 91)²	Cr, Co, Ni et Pb = faible
	n ¹ = 8		n ¹ = 8	

1: n = nombre d'échantillons

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cu = 0,2 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.e.= non effectué.

TABLEAU IX - SABLE DE SILICE
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
b salle de sablage	0,25 - 0,45	trace - 0,03	n.e.	
	n ¹ = 2			
k salle de sablage	0,05 - 3,8 (1,7 ± 1,6) ²	trace - 0,3 (0,2 ± 0,1) ²	n.e.	
	n ¹ = 10	n ¹ = 8		
c salle de sablage	1,1 - 7,5 (3,5 ± 3,5) ²	0,07 - 0,6 (0,27 ± 0,29) ²	2,4 - 6,34	Co, Ni, Zn = n.d.; Cu, Pb = faible
	n ¹ = 3		n ¹ = 2	
d salle de sablage	n.d.	n.e.	0,05 - 0,35	n.d.
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type.

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cu = 0,2 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV[®] (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV[®] (poussières respirables).

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25 ; Co < 1 ; Cu < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

n.e. = non effectué.

trace : seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz : on ne peut confirmer sa présence.

**TABLEAU X - OLIVINE SYNTHÉTIQUE
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES RESPIRABLES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
h aire ouverte	n.e.		n.e.	
c salle de sablage	0,05	n.d.	0,35	n.d.
	n ¹ = 1		n ¹ = 1	
f salle de sablage	n.e.		n.e.	
g salle de sablage	0,65	n.d. - trace	n.e.	
	n ¹ = 2			

1: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³) : quartz : 0,1.

TLV^x (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV[®] (poussières respirables).

n.d. = non décelé (µg) = quartz < 6

n.e. = non effectué.

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

**TABLEAU XI - OLIVINE SYNTHÉTIQUE
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
h aire ouverte	n.e.		n.e.	
c salle de sablage	0,45	Co, Cu, Ni, Pb = n.d. Zn = faible	n.e.	
	n ¹ = 1			
f salle de sablage	1,2	Co, Cr, Mn, Ni = n.d.	n.e.	
	n ¹ = 1			
g salle de sablage	4,2 - 6,2	Cr, Co, Mn, Ni, Pb = n.d. - faible	n.e.	
	n ¹ = 2			

1: n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³) : poussières totales : 10 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Cu = 0,2 ; Mn = 5 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Mn < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1 .

n.e. = non effectué.

TABLEAU XII - OLIVINE SYNTHÉTIQUE
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
h aire ouverte	n.e.		n.e.	
c salle de sablage	n.a.		0,35	n.d.
			n ^l = 1	
f salle de sablage	n.a.		n.a.	
g salle de sablage	n.e.		n.e.	

l: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

n.d. = non décelé (µg) = quartz < 6.

n.a. = non applicable ; n.e. = non effectué.

**TABLEAU XIII - OLIVINE SYNTHÉTIQUE
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
h aire ouverte (enclos à 3 côtés)	5,2 - 47 (20 ± 11)²	n.d. - 0,13	22 - 1100 (194 ± 232)²	Cr = n.d. - 0,37 (0,15 ± 0,09) ² Co = n.d. - 0,072 (0,030 ± 0,016) ² Fe = 1,3 - 30 (10 ± 7,4) ² Ni = faible - 1,5 (0,53 ± 0,37) ² Mn = faible - 0,65 (0,27 ± 0,16) ² Cu = n.d.
	n ¹ = 19	n ¹ = 14	n ¹ = 20	n ¹ = 17 - 20
c salle de sablage	40 - 53	0,34 - 0,91	340 - 350	Co = 0,053 ; Cu = 0,02 ; Ni = 1,0 ; Pb = 0,30 - 0,33 ; Zn = faible
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	
f salle de sablage	10 - 32 (21 ± 9)²	0,03 - 0,11 (0,07 ± 0,03)²	105 - 235 (171 ± 61)²	Cr = 0,09 - 0,21 (0,20 ± 0,10) ² Co = 0,019 - 0,046 Ni = 0,35 - 0,63 (0,62 ± 0,26) ² Mn = faible - 0,53 (0,40 ± 0,20) ²
	n ¹ = 4		n ¹ = 4	n ¹ = 3
g salle de sablage	13 - 39 (22 ± 9)²	trace - 0,12 (0,07 ± 0,04)²	34 - 280 (140 ± 82)²	Cr = faible - 0,28 (0,14 ± 0,07) ² Co = n.d. - 0,054 (0,03 ± 0,02) ² Ni = 0,15 - 1,2 (0,61 ± 0,37) ² Pb = n.d. Mn = faible - 0,60 (0,31 ± 0,18) ²
	n ¹ = 9		n ¹ = 14	n ¹ = 11 - 14

1: n = nombre d'échantillons

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Cu = 0,2 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

faible = signifie des concentrations inférieures à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) : quartz < 6 ; Co < 1 ; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Fe < 50 ; Mn < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1).

TABLEAU XIV - OLIVINE SYNTHÉTIQUE
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
h aire ouverte (enclos à 3 côtés)	0,6 - 5,1 (2,6 ± 2,3) ²	n.d.	6 - 23 (16 ± 9) ²	Cr, Co, Ni = n.d. - faible; Fe = faible - 1,7 (1,1 ± 0,67) ² Cu = n.d ; Mn = faible.
	n ¹ = 3		n ¹ = 3	
c salle de sablage	1,1	trace	4,2	Co, Cu, Ni, Pb = n.d.; Zn = faible.
	n ¹ = 1		n ¹ = 1	
f salle de sablage	0,45 - 1,6	trace	12 - 30	Cr, Co, Ni = faible Mn = faible
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	
g salle de sablage	0,1 - 0,9	trace - faible	1,3- 17 (6,5 ± 9,1) ²	Cr, Co = nd - faible ; Mn, Ni = faible ; Pb = n.d.
	n ¹ = 2		n ¹ = 3	

1: n = nombre d'échantillons

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Cu = 0,2 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

faible = signifie des concentrations inférieures à 10 % de la VEMP.

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

n.d. = non décelé (µg) : quartz < 6; Co < 1; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Fe < 50 ; Mn < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

TABLEAU XV - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES RESPIRABLES

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
d salle de sablage	n.d.	n.d.	n.e.	
	n ¹ = 2			
c salle de sablage	0,05	n.d. - trace	0,25 - 0,35	n.d. - 0,02
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	
k salle de sablage	n.e.		n.e.	

1: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³): quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³): poussières respirables = 3.

n.d. = non décelé (µg): poussières respirables < 25; quartz < 6.

trace: seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

n.e. = non effectué.

TABLEAU XVI - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES TOTALES

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
d salle de sablage	faible	Co, Cu, Ni, Pb, Zn = n.d.	n.e.	
	n ¹ = 2			
c salle de sablage	faible - 2,0 (0,91 ± 0,91) ²	Co, Cu, Ni, Pb = n.d. Zn: faible	n.e.	
	n ¹ = 3			
k salle de sablage	faible	n.d. - faible	n.e.	
	n ¹ = 2			

1: n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10; Co = 0,05; Cu = 0,2; Ni = 1; Pb = 0,15; Zn = 10.

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg): poussières totales < 25; Co < 1; Cu < 2; Ni < 2; Pb < 5; Zn < 1.

n.e. = non effectué.

TABLEAU XVII - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES RESPIRABLES

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m ³)			
d salle de sablage	n.a.		n.e.	
c salle de sablage	n.a.		0,35 - 0,95	trace - 0,02
			n ¹ = 2	
k salle de sablage	n.e.		n.e.	

1: n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³): quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³): poussières respirables = 3.

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

n.a. = non applicable ; n.e. = non effectué.

TABLEAU XVIII - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES TOTALES

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
d salle de sablage	n.a.		n.e.	
c salle de sablage	n.a.		3,5 - 4,4	Co, Ni, Pb = n.d.; Cu, Zn = faible
			n ¹ = 2	
k salle de sablage	n.e.		n.e.	

1: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; Co = 0,05 ; Cu = 0,2 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cu < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

n.a. = non applicable ; n.e. = non effectué.

**TABLEAU XIX - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
d salle de sablage	53	0,96	415 - 505 (461 ± 41)²	Co = 0,012 - 0,014 (0,013 ± 0,001) ² Cu = 0,029 - 0,044 (0,036 ± 0,008) ² Ni = 0,82 - 1,2 (1,0 ± 0,17) ² Pb = 0,051 - 0,072 (0,06 ± 0,01) ² Zn = faible
	n ¹ = 1		n ¹ = 4	
c salle de sablage	8,8 - 29 (17 ± 7)²	0,19 - 1,28 (0,75 ± 0,37)²	130 - 410 (246 ± 89)²	Co = faible - 0,008 ; Cu = faible - 0,04 ; Ni = faible ; Pb = 0,15 - 0,72 (0,29 ± 0,20) ² Zn = faible
	n ¹ = 8		n ¹ = 10	n ¹ = 5 - 10
k salle de sablage	10 - 41 (24 ± 10)²	0,04 - 0,24 (0,12 ± 0,067)²	71 - 302 (172 ± 74)²	Cr = 0,05 - 0,13 ; Co = n.d. ; Mn, Ni = faible ; Pb = faible - 0,058 (0,026 ± 0,019) ²
	n ¹ = 8		n ¹ = 11	

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type
VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Cu = 0,2 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cu < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

TABLEAU XX - VERRE RECYCLÉ BROYÉ
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
d salle de sablage	0,1	n.d.	1,8 - 2,9	Co, Cu, Pb, Zn = n.d. ; Ni = faible
	n ¹ = 1		n ¹ = 2	
c salle de sablage	0,4 - 0,95 (0,74 ± 0,27) ²	trace - 0,05	1,9 - 4,1 (2,9 ± 1,2) ²	Co, Ni, Pb = n.d. ; Cu, Zn = faible
	n ¹ = 4		n ¹ = 4	
k salle de sablage	0,05	n.e.	faible - 1,0 (0,70 ± 0,31) ₂	Co, Cr, Mn, Ni, Pb = n.d.
	n ¹ = 1		n ¹ = 2	

1: n = nombre d'échantillons

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Cu = 0,2 ; Mn = 5 ; Ni = 1 ; Pb = 0,15 ; Zn = 10.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

n.d. = non décelé (µg) : quartz < 6 ; Co < 1 ; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Ni < 2 ; Pb < 5 ; Zn < 1.

Faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.e. = non effectué.

**TABLEAU XXI - GRENAILLES D'ACIER
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES RESPIRABLES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m ³)			
j salle de sablage	n.d. - 0,1	n.d. - trace	n.e.	
	n ¹ = 4			
m salle de sablage	d.t.		n.e.	

1: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³): quartz = 0,1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

n.d. = non décelé (µg) : poussières respirables < 25 ; quartz < 6.

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

n.e. = non effectué ; d.t. = défaut technique.

**TABLEAU XXII - GRENAILLES D'ACIER
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
j salle de sablage	n.e.		n.e.	
m salle de sablage	faible	Cr, Co, Fe, Mn, Ni = n.d.	n.e.	
	n ¹ = 1			

1: n = nombre d'échantillons

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1.

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cr < 5 ; Fe < 50 ; Mn < 2 ; Ni < 2.

Faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.e. = non effectué.

**TABLEAU XXIII - GRENAILLES D'ACIER
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES RESPIRABLES**

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
j salle de sablage	n.a.		n.a.	
m salle de sablage	n.a.		n.a.	

n.a. = non applicable.

**TABLEAU XXIV - GRENAILLES D'ACIER
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
j salle de sablage	n.a.		n.a.	
m salle de sablage	n.a.		n.a.	

n.a. = non applicable.

**TABLEAU XXV - GRENAILLES D'ACIER
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
j salle de sablage	8,6 - 20 (13 ± 5,9) ²	0,4 - 0,7 (0,51 ± 0,16) ²	n.e.	Co = n.d. - 0,008; Cr = faible - 0,11; Fe = 24 - 70 (46 ± 20) ² ; Mn = faible - 1,4 ; Ni = faible
	n ¹ = 3		n ¹ = 4	
m salle de sablage	2,8 - 5,6 (4,5 ± 0,72) ²	0,04 - 0,11 (0,05 ± 0,02) ²	8,6 - 175 (34 ± 31) ²	Co = n.d. - 0,01 Cr = n.d. - 0,35 (0,12 ± 0,09) ² Fe = 4,2 - 150 (21 ± 28) ² Mn = faible - 0,72; Ni = n.d. - 0,17
	n ¹ = 12		n ¹ = 41	

1: n = nombre d'échantillons ; n.e. = non effectué.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

Les résultats en **gras** expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV* (poussières respirables).

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cr < 5 ; Fe < 50 ; Mn < 2 ; Ni < 2 .

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

**TABLEAU XXVI - GRENAILLES D'ACIER
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
j salle de sablage	0,2 - 0,4	trace	n.e.	Co, Cr, Mn, Ni = n.d. ; Fe = faible.
	n ¹ = 2		n ¹ = 2	
m salle de sablage	n.e.	n.e.	faible - 1,3 (0,63 ± 0,26) ²	Co, Cr, Mn, Ni = n.d. ; Fe = n.d. - faible.
	n ¹ = 4			

1: n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Co = 0,05 ; Cr = 0,5 ; Fe = 5 ; Mn = 5 ; Ni = 1.

TLV* (mg/m³) : poussières respirables = 3.

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

trace = seul un pic est observé au plan principal de diffraction du quartz: sa présence ne peut être confirmée.

n.d. = non décelé (µg) : Co < 1 ; Cr < 5 ; Fe < 50 ; Mn < 2 ; Ni < 2 .

n.e. = non effectué.

**TABLEAU XXVII - OXYDE D'ALUMINIUM
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES RESPIRABLES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m ³)			
a salle de sablage	n.d.	n.e.	n.e.	
	n ¹ = 1			

1 : n = nombre d'échantillons.

TLV[®] (mg/m³) : poussières respirables = 3.

VEMP (mg/m³) : quartz = 0,1 .

n.d. = non décelé (µg) = poussières respirables < 25.

n.e. = non effectué

**TABLEAU XXVIII - OXYDE D'ALUMINIUM
ZONE RESPIRATOIRE DU SABLEUR - POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Intérieur de la cagoule		Tâches connexes	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
a salle de sablage	faible	Al, Cr, Cu, Fe, Mn = n.d.	n.e.	
	n ¹ = 1			

1 : n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³) : poussières totales = 10 ; Al = 10 ; Cr = 0,5 ; Cu = 1 ; Fe = 5 ; Mn = 5

n.d. = non décelé (µg) = Al < 20 ; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Fe < 50 ; Mn < 2 .

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

n.e. = non effectué.

**TABLEAU XXIX - OXYDE D'ALUMINIUM
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES RESPIRABLES**

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières respirables	Quartz	Poussières respirables	Quartz
	(mg/m³)			
a salle de sablage	n.a.		n.a.	

n.a. = non applicable.

**TABLEAU XXX - OXYDE D'ALUMINIUM
ZONE RESPIRATOIRE DE L'AIDE-SABLEUR ET AUTRES TRAVAILLEURS
POUSSIÈRES TOTALES**

Entreprise Environnement	Aide-sableur		Autre(s) travailleur(s)	
	Poussières totales	Métaux	Poussières totales	Métaux
	(mg/m³)			
a salle de sablage	n.a.		n.a.	

n.a. = non applicable.

**TABLEAU XXXI - OXYDE D'ALUMINIUM
POSTES AMBIANTS À PROXIMITÉ DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
a salle de sablage	15 - 70 (39 ± 19) ²	0,11 - 0,28^{***} (0,14 ± 0,10) ²	100 - 2150 (739 ± 603) ²	Al = faible - 4,4 (2,4 ± 1,4) ² Cr = 0,09 - 0,7 (0,4 ± 0,2) ² Cu = faible - 0,11 Fe = 30 - 260 (123 ± 74) ² Mn = faible - 3,8 (1,9 ± 1,1) ²
	n ¹ = 8		n ¹ = 15	n ¹ = 14 - 15

1: n = nombre d'échantillons.

2: lorsque le nombre d'échantillons est supérieur à 3, la moyenne arithmétique a été calculée ainsi que l'écart-type

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Al = 10 ; Cr = 0,5 ; Cu = 1 ; Fe = 5 ; Mn = 5.

TLV[®] (mg/m³): poussières respirables = 3.

Les résultats en gras expriment des valeurs plus élevées que la VEMP ou la TLV[®] (poussières respirables).

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

***** Bien que des pics caractéristiques du quartz soient obtenus en diffraction des rayons x, ils ne peuvent permettre de conclure à la présence de celui-ci, possiblement en raison d'interférences et de la surcharge de poussières sur les membranes. De plus, le pourcentage de quartz dans ces échantillons serait inférieur à 1%.**

**TABLEAU XXXII - OXYDE D'ALUMINIUM
POSTES AMBIANTS DANS LES PIÈCES AVOISINANTES DU SABLAGE AU JET**

Entreprise Environnement	Poussières respirables	Quartz	Poussières totales	Métaux
	(mg/m ³)			
d salle de sablage	n.d. - 0,45	n.e. et n.d.	faible - 2,0	Al, Cu = n.d. ; Cr, Mn = n.d. - faible Fe = n.d. - 0,9
	n ¹ = 3		n ¹ = 3	

1: n = nombre d'échantillons.

VEMP (mg/m³): poussières totales = 10 ; quartz = 0,1 ; Al = 10 ; Cr = 0,5 ; Cu = 1 ; Fe = 5 ; Mn = 5.

TLV[®] (mg/m³): poussières respirables = 3.

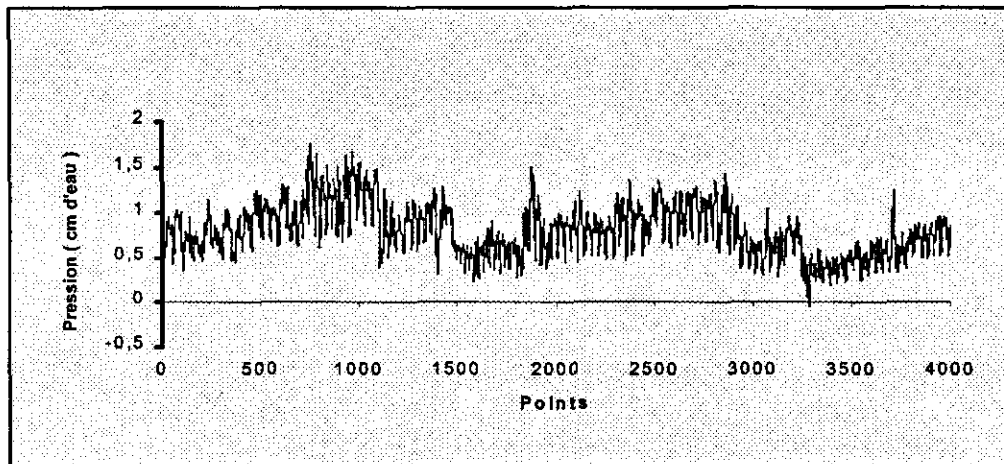
n.d. = non décelé (µg) : poussières < 25 ; quartz < 6 ; Al < 20 ; Cr < 5 ; Cu < 2 ; Fe < 50 ; Mn < 2 .

faible = signifie une concentration inférieure à 10 % de la VEMP.

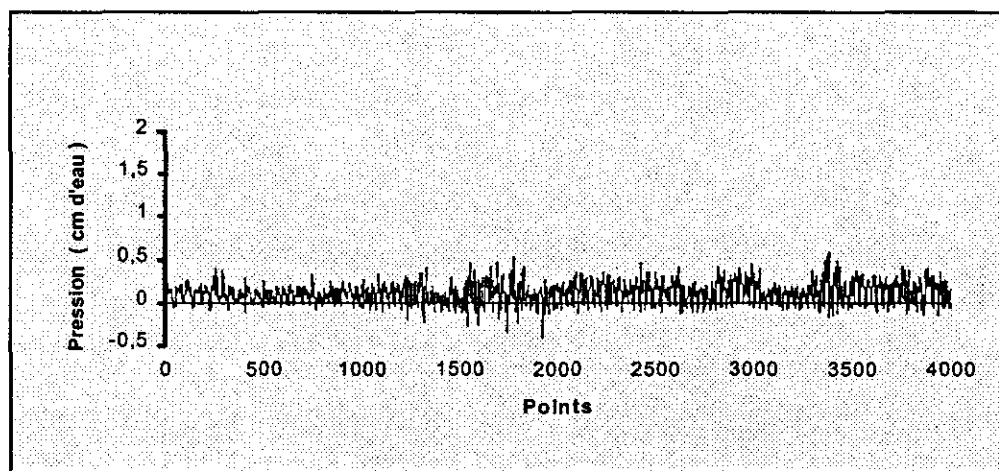
n.e. = non effectué.

ANNEXE III :

**EXEMPLE DE DEUX GRAPHIQUES DES MESURES
DE LA PRESSION À L'INTÉRIEUR DE LA CAGOULE**



Graphique de pression à l'intérieur d'une cagoule bien entretenue



Graphique de pression à l'intérieur d'une cagoule mal entretenue et sans visière interne