

**Description des risques
à la santé et à la sécurité
du travail de nettoyage
avec jets d'eau sous haute
et très haute pression**

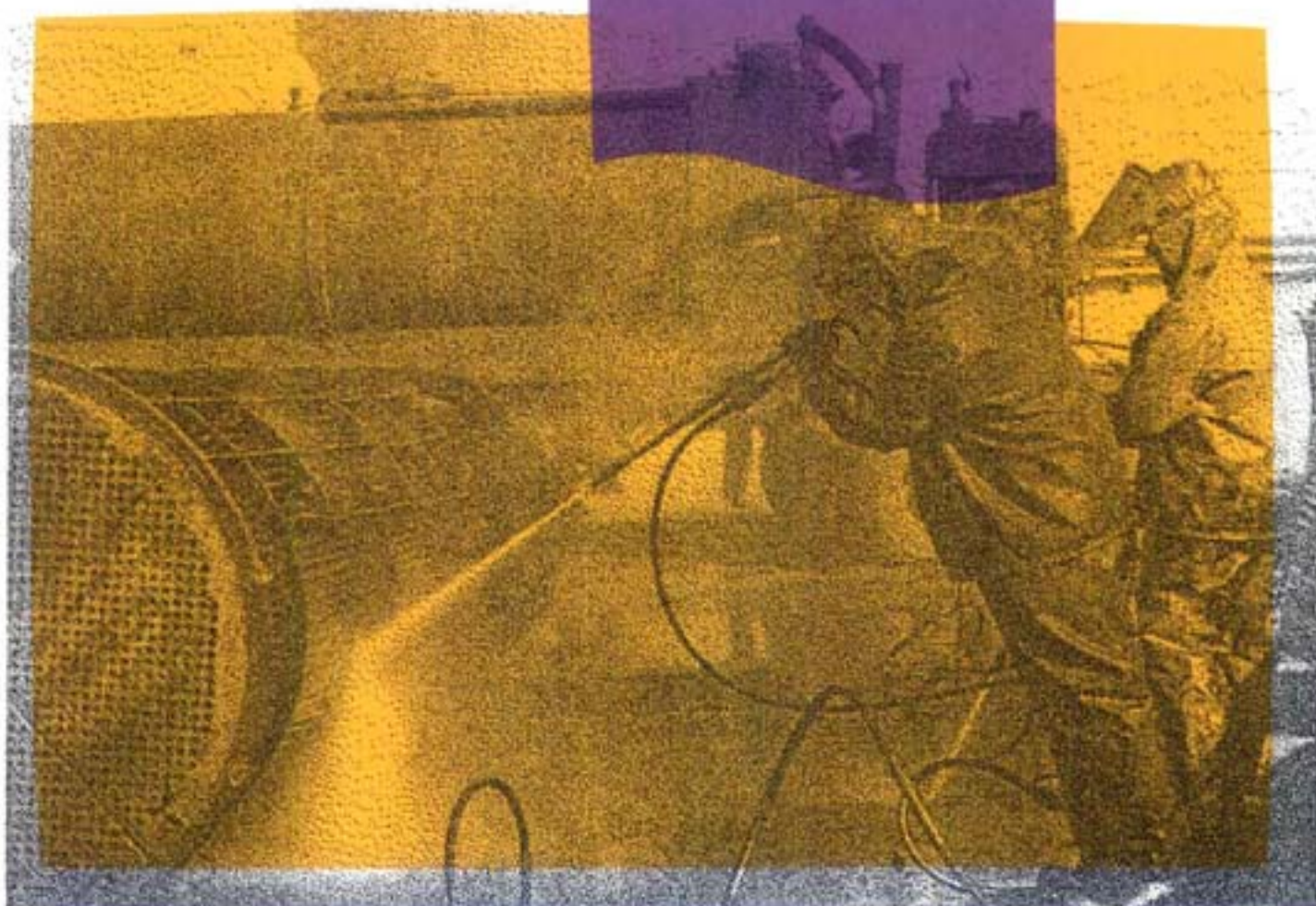


ÉTUDES ET RECHERCHES

Daniel Imbeau
Yves Monpetit
Sylvie Bergeron

Novembre 2001 R-285

RAPPORT



La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (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 subventionne 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, en téléphonant au 1-877-221-7046.

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

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2001

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail
Novembre 2001.

Description des risques à la santé et à la sécurité du travail de nettoyage avec jets d'eau sous haute et très haute pression

Daniel Imbeau, École Polytechnique de Montréal,
Département de mathématiques et de génie industriel

Yves Monpetit, ErgoExcel inc. et

Sylvie Bergeron, Service Conseil SST

ÉTUDES ET RECHERCHES

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site internet de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles de l'auteur.

Remerciements

Plusieurs entreprises du secteur du nettoyage industriel ainsi que leurs clients ont participé à ce projet. Nous désirons remercier particulièrement:

L'Association Sectorielle Transport et Entreposage (Maryse Lafrenière);

Onyx Sanivan (Alain Lavoie, Benoit Longpré, François Locas, Daniel Majeau, Gilles Bernardin, Georges Bucanan, Claude Gauthier, Yves Noël);

Onyx Industries (Pierre Rossignol, Pierre Richard, Pierre Savard, Nicole Goyette);

RSR Environnement (Richard Robert);

Recubec inc. (Patrick Lalonde);

Rovan inc. (Jacques Roy);

Noranda CEZinc. (Rénald Simard, Michel Leblanc, Jean-Paul Boily);

Leros Vac (Réal Desmarais);

Nous tenons également à remercier la compagnie CEDA qui nous a permis de filmer ses équipements de nettoyage automatisés. Enfin, nous désirons remercier les entreprises clientes qui nous ont permis d'observer, voire prendre du vidéo ou des photos sur leurs lieux de travail, notamment: Shell Canada, Sulconan, Pétro Canada, Labatt, Unibroue, Bombardier, Poste Canada, Noranda CEZinc, Poudres métalliques du Québec, Isolation Manson, Dublitz, Alcan et Transport Desgagnés inc.

Sommaire

Cette étude a pour objectif de contribuer à la diminution du nombre et de la gravité élevés des lésions professionnelles associées à l'utilisation d'équipements de nettoyage à jets d'eau sous haute et très haute pression en mettant en lumière différents risques associés à ce travail. L'étude fait suite à une demande de l'Association Sectorielle Transport Entreposage (ASTE) centrée sur un équipement de protection personnelle notamment les bottes portées par les travailleurs pour ce travail. Cette demande était motivée par le nombre élevé de blessures aux pieds observées par l'ASTE dans ce secteur. Selon la demande originale, l'étude devait établir des critères de sélection pour les bottes et établir parmi les produits disponibles sur le marché, les équipements qui sont le plus appropriés. La portée de l'étude a cependant été élargie en ce qui a trait aux risques potentiels relatifs à ce travail de façon à fournir un portrait d'ensemble plus complet.

L'étude comporte plusieurs types de collecte et d'analyse de données dont une analyse des accidents de travail, une revue de la littérature et des normes existantes sur le sujet, des observations systématiques du travail, des entrevues avec des travailleurs et des représentants d'employeurs, des questionnaires ainsi que des mesures physiologiques. Les collectes de données ont été réalisées sur des terrains représentatifs, soit chez les clients d'une dizaine d'entreprises du secteur du nettoyage au jet d'eau sous haute et très haute pression.

L'étude a permis de décrire un ensemble de facteurs de risque importants lors de l'usage d'équipements de nettoyage au jet d'eau sous haute et très haute pression, d'établir et de valider des critères de sélection pour des bottes de sécurité, et d'effectuer une recherche des meilleures bottes de sécurité disponibles sur le marché à l'heure actuelle. Aucune botte satisfaisant aux critères minimums de sécurité pour ce travail n'a été trouvée. Toutefois, il apparaît qu'une combinaison de bottes et d'équipements de sécurité d'appoint constitue une combinaison à envisager pour améliorer la protection aux membres inférieurs en attendant que des bottes plus sécuritaires apparaissent sur le marché. Également, l'étude a permis de formuler un ensemble de recommandations portant sur plusieurs aspects liés au travail de nettoyage au jet d'eau sous haute et très haute pression. Ces recommandations touchent notamment la conception sécuritaire des équipements, l'organisation du travail, la formation du personnel concerné, l'entretien préventif et certains points touchant l'organisation du secteur lui même. L'étude suggère également quelques pistes pour la recherche et le développement en lien avec quelques-uns de ces aspects. Enfin, les informations dégagées ont permis d'élaborer les grandes lignes d'un programme de formation à l'intention des travailleurs et autres personnels concernés en relation avec le travail de nettoyage avec je d'eau sous haute et très haute pression.

Cette étude fournit un ensemble d'éléments qui devraient permettre d'améliorer grandement la santé et la sécurité des travailleurs de ce secteur. À court terme, on peut certainement s'attendre à ce que l'application de plusieurs de ces recommandations permette d'y diminuer le nombre et la gravité des accidents de travail. Des recherches additionnelles sur certains aspects spécifiques apparaissent toutefois incontournables.

Table des matières

	Page
1.0 Introduction	1
1.1. Rappel des objectifs de l'étude	2
2.0 Méthodologie	3
2.1. Revue de la littérature et des normes	3
2.1.1. Littérature	3
2.1.2. Normes	3
2.2. Fournisseurs potentiels de bottes de sécurité	3
2.3. Préparation aux observations sur le terrain	4
2.3.1. Comité aviseur	4
2.3.2. Élaboration d'un dépliant	4
2.3.3. Élaboration d'une lettre d'autorisation	4
2.4. Collecte de données	5
2.4.1. Analyse des accidents	5
2.4.2. Observations du travail sur le terrain	5
2.4.3. Mesure de la fréquence cardiaque	6
2.4.4. Entrevues	7
2.4.5. Utilisation d'une feuille de description quotidienne du travail	7
3.0 Résultats et discussion	9
3.1. Description du travail	9
3.1.1. Équipement de protection personnelle	9
3.1.2. Équipement et types de nettoyage	10
3.1.3. Environnement du travail de nettoyage	20
3.1.4. Organisation du travail	23
3.2. Revue de la littérature et des normes applicables	24
3.2.1. Littérature.....	24
3.2.2. Normes.....	28
3.2.3. Synthèse des risques décrits dans la littérature	28
3.3. Accidents de travail	28
3.4. Mesure de la fréquence cardiaque	31

3.5. Entrevues avec les travailleurs	32
3.5.1. Semaine de travail	32
3.5.2. Vision et visibilité au travail	33
3.5.3. Organisation du travail et sécurité	34
3.5.4. Environnement de travail	35
3.5.5. Sources d'accidents et accidents	36
3.5.6. Commentaires sur les bottes de sécurité	37
3.6. Description du travail quotidien	39
3.7. Synthèse des risques observés	40
3.8. Cahier des charges en ce qui a trait au choix d'une botte de sécurité et résultats des recherches auprès des fournisseurs	42
3.8.1. Critères de sélection des bottes de sécurité.....	42
3.8.2. Recherche auprès des fournisseurs	46
3.9. Discussion générale	48
3.9.1. Disponibilité et sécurité des équipements de travail	48
3.9.2. Conception des installations industrielles	51
3.9.3. Organisation du travail de nettoyage	51
3.9.4. Produits chimiques	53
3.9.5. Rôle de l'ASTE	53
4.0 Conclusion	54
5.0 Recommandations	54
5.1. Grandes lignes d'une formation	56
6.0 Bibliographie	57
6.1. Catalogues.....	58
6.2. Sites internet	58
7.0 Annexe 1 Liste des fournisseurs	59

Liste des figures

	Page
Figure 1: Protection de la tête	9
Figure 2: Habillement de protection	9
Figure 3: Fusil standard (1m)	11
Figure 4: Commande du fusil en position activée	11
Figure 5: Fusil allongé (1.5 m) avec épaulière	12
Figure 6: Jet près des pieds avec un fusil standard	12
Figure 7: Opérateur nettoyant sa visière avec l'eau s'échappant du « muffler »	13
Figure 8: Nettoyage des parois d'une cale de bateau	13
Figure 9: Visière relevée dans le cas d'une opération requérant un contrôle visuel.....	14
Figure 10: Nettoyage manuel de l'extérieur d'un échangeur au fusil de 1 m	14
Figure 11: Effet de la force de recul du fusil sur l'épaule	14
Figure 12: Nettoyage au furet (adapté de CSAO 1980)	16
Figure 13: Nettoyage au furet d'une conduite	16
Figure 14: Exemples de buses utilisées pour le nettoyage au furet	16
Figure 15: Geste pour indiquer l'activation de la pompe	17
Figure 16 Poste de l'opérateur d'une machine de nettoyage à distance	18
Figure 17: Tête d'une machine de nettoyage à distance utilisée pour l'intérieur d'un échangeur.....	18
Figure 18: Nettoyage de l'extérieur d'un échangeur à l'aide d'une machine de nettoyage à distance	19
Figure 19: Cabine de l'opérateur d'une machine de nettoyage à distance.....	19
Figure 20: Nettoyage manuel de l'extérieur d'un échangeur.....	19
Figure 21: Poste d'accès à un espace confiné (diamètre 46 cm/18 po)	20

Figure 22: Sortie d'un réservoir	20
Figure 23: Travail à l'intérieur d'un espace clos	21
Figure 24: Travail en hauteur d'une nacelle	22
Figure 25: Travail en hiver	23
Figure 26: Vêtement protecteur	47
Figure 27: Protecteur du bas de la jambe	47

Liste des Tableaux

	Page
Tableau 1: Facteurs de risque selon la littérature.....	29
Tableau 2: Siège de la blessure associé au jet d'eau HP.....	30
Tableau 3: Classification du siège de la blessure selon le fait accidentel rapporté	31
Tableau 4: Éclairage et visibilité durant le travail	33
Tableau 5: Niveau de risque pour les pieds et fréquence du travail pour certains espaces clos.....	35
Tableau 6: Fréquence de travail sur différentes surfaces.....	36
Tableau 7: Qualités et défauts rapportés pour certains modèles de bottes de sécurité	38
Tableau 8: Facteurs de risque et situations à risques observés	40
Tableau 9: Critères de sécurité retenus pour la sélection de bottes de sécurité	42

1.0 Introduction

Une demande originant de l'Association Sectorielle Transport et Entreposage (ASTE) a donné lieu au présent rapport d'activité de recherche. Ces dernières années, l'ASTE a reçu plusieurs demandes d'assistance ou d'information de diverses entreprises du secteur du nettoyage industriel, qui représente environ 200 petites ou moyennes entreprises, soit autour de 2000 travailleurs. En raison de plusieurs lésions professionnelles aux membres inférieurs, une recherche préliminaire avait été faite par l'ASTE concernant des équipements de protection personnelle pour les membres inférieurs (bottes) disponibles sur le marché. Cette recherche n'a pas permis d'identifier un produit satisfaisant pour le travail de nettoyage et de décapage avec jet d'eau sous haute et très haute pression. On retrouve les travailleurs exposés dans divers secteurs d'activité industrielle, notamment les secteurs chimiques, métallurgique, nucléaire et alimentaire.

Les statistiques de la CSST de 1994 démontrent un taux de lésions professionnelles de 17% aux membres inférieurs dans ce secteur d'activité (unité 61030). Étant donné la puissance du jet celui-ci peut entraîner des coupures voire même un sectionnement du pied. L'ajout de particules de sable pour rendre le jet abrasif, ou de produits chimiques augmente la gravité des blessures, entraînant potentiellement une destruction des tissus ou la gangrène causée par une injection des liquides contaminés dans les tissus. Le travail exige de s'exposer à des conditions très variées et souvent dangereuses, par exemple travailler dans un endroit confiné avec éclairage très faible et mobilité réduite en raison de l'environnement et du port d'équipement de protection personnelle. Les risques de chute ou de perte d'équilibre apparaissent importants, ce qui peut entraîner une perte de contrôle du pistolet de projection.

Ainsi, la problématique comporte deux volets. Le premier a trait aux caractéristiques désirables des bottes de sécurité en regard du travail à réaliser, alors que le second volet a trait à la résistance mécanique des bottes au jet lui-même. On peut comprendre que les deux volets sont étroitement inter-reliés. Par exemple, une botte faite d'un matériau rigide (donc potentiellement résistante au jet) sera moins confortable et limitera la mobilité au niveau des articulations des membres inférieurs ce qui aura un impact important sur la façon dont le travail sera effectué (ex. posture et équilibre lors des déplacements) et donc sur les risques.

À l'heure actuelle, non seulement ne semble-t-il pas y avoir des bottes de sécurité adéquates disponibles sur le marché pour le travail avec jet d'eau sous haute et très haute pression, mais il ne semble pas non plus y avoir de liste de critères de sélection des bottes de sécurité pour ce type de travail, qui ait été établie par une étude sur le sujet. Il apparaît donc important de dresser une telle liste dès maintenant afin de fournir des repères concrets d'une part, aux utilisateurs pour le choix et l'achat des équipements de protection et d'autre part, aux manufacturiers pour la conception d'équipements appropriés. C'est à cet aspect spécifique que cette activité s'adresse.

Également, il n'y a pas non plus de normes ni de tests homologués pour certifier les produits actuels sur le marché en terme de résistance au jet. Un groupe de travail français constitué par l'INRS travaille cependant sur cette question. Par contre, aucune initiative similaire n'existe au Canada. La publication des recherches de l'INRS en combinaison avec les résultats présenté ici pourra certainement avoir un effet positif sur la qualité et la sécurité des futures bottes de sécurité disponibles sur le marché. En effet, outre la résistance des bottes à un jet d'eau sous haute pression, l'identification des critères de conception de ces équipements spécifiquement pour le

travail où on entend les utiliser est une étape essentielle au choix et au développement d'équipements adéquats.

Suite à la présentation de cette activité de recherche aux membres du sous-comité du conseil scientifique de l'IRSST, ceux-ci ont demandé que les chercheurs étudient le travail avec jets d'eau sous haute et très haute pression de façon plus large, c'est-à-dire, en ne considérant pas que les aspects de sécurité liés aux bottes.

Le présent document constitue un résumé des données qui ont été obtenues au cours des deux dernières années sur les risques auxquels sont exposés les travailleurs qui font du jet d'eau sous haute et très haute pression. Notre attention a été particulièrement dirigée sur les risques de blessures aux pieds puisque la présente activité a été ciblée sur un besoin de protection adéquate pour les pieds. Néanmoins, nos entrevues, nos observations et nos autres outils de collecte de données nous ont permis d'avoir un regard élargi sur les risques de ce travail. Tout au long du texte, des mots utilisés par les travailleurs pour désigner certains équipements ou travaux sont repris tel quel, ceci afin de faciliter la lecture du rapport pour les gens du milieu.

1.1 Rappel des objectifs de l'étude

La présente activité a pour objectif de contribuer à diminuer le nombre et la gravité élevés des lésions professionnelles aux membres inférieurs, qui surviennent lors de la manutention d'équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression (équipements de nettoyage et de décapage). Cette activité fait suite à une demande de l'ASTE et est centrée sur un équipement de protection personnelle notamment les bottes portées par les travailleurs lors de l'utilisation de ces équipements. L'activité aura pour objectifs d'établir des critères de sélection pour ces équipements et d'identifier parmi ceux qui existent sur le marché, les équipements qui sont le plus appropriés. L'activité avait pour objectifs spécifiques de :

- Σ Élaborer un cahier des charges, contenant les critères de sélection basés sur l'identification des déterminants des facteurs de risques liés à cette activité de travail.
- Σ Identifier auprès de divers fournisseurs, des bottes de sécurité disponibles répondant aux critères de sélection identifiés.
- Σ Faire des recommandations, non limitatives aux seules bottes de sécurité pour diminuer le nombre et la gravité des lésions professionnelles.
- Σ Élaborer les grandes lignes d'une activité de formation en santé et sécurité du travail pour les divers acteurs du milieu: travailleurs, employeurs, et membres des comités de santé et sécurité.

Il apparaît important de souligner que la demande à l'origine de cette étude portait exclusivement sur les bottes. Toutefois, lors de la présentation de la demande de subvention aux instances de l'IRSST, les membres du sous-comité du Conseil scientifique ont demandé aux chercheurs d'élargir la portée de l'étude afin d'obtenir une vision plus globale des risques associés au travail de nettoyage au jet d'eau sous haute et très haute pression.

2.0 Méthodologie

2.1 Revue de la littérature et des normes applicables

2.1.1 Littérature

Une revue de la littérature concernant le travail avec jet d'eau sous haute et très haute pression et les moyens de protection personnelle pour ce travail a été réalisée. Cette recherche a été conduite via: le centre de documentation de la CSST, l'internet, l'ASTE, l'IRSST et le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (<http://www.ccinforweb.ccohs.ca>).

2.1.2 Normes

Dans le cadre de cette recherche, les normes québécoises (BNQ 1985), canadiennes (CAN/CSA 1992) et américaines (ANSI 1991) relatives aux chaussures de sécurité ont été consultées. Ces normes ont notamment été utiles lors de l'établissement de la liste des critères de sélection pour le choix des bottes de sécurité.

Il est à noter qu'il n'existe pas actuellement de normes ni de tests homologués pour certifier les produits actuels sur le marché en terme de résistance à un jet d'eau sous haute ou très haute pression. Un groupe de chercheurs français constitué par l'INRS travaillait sur cette question au moment où l'activité de recherche a été démarrée (juillet 1998). Les chercheurs de l'INRS ont été contactés en début d'année 2000 et il n'y avait eu aucun progrès de l'équipe française à cette date. Aucune initiative similaire n'existe au Canada.

2.2 Fournisseurs potentiels de bottes de sécurité

Une recherche des fournisseurs de bottes de sécurité a été réalisée par le biais du répertoire "Thomas Register" (<http://www.thomasregister.com>). La liste des fournisseurs du répertoire des équipements de sécurité de CSA International (CSA International, 1999) a aussi été consultée. Enfin, la liste de fournisseurs canadiens et américains a été complétée en s'informant auprès de toutes les compagnies dans le domaine de l'environnement qui ont participé à cette activité de recherche. L'Annexe 1 présente la liste des fournisseurs approchés en ce qui a trait aux bottes de sécurité répondant aux critères de sécurité élaborés.

Afin de se familiariser avec les bottes de sécurité disponibles sur le marché, les chercheurs ont rencontré certains fournisseurs et/ou manufacturiers qui ont accepté de partager leurs connaissances en matière de conception de bottes de sécurité. Les personnes suivantes ont été rencontrées:

- Σ Monsieur Jean-Claude Sénécal: il travaillait pour Kaufman Footwear (Montréal) au début du projet de recherche. Il travaille désormais pour Tatra Shoe Manufacturing inc.
- Σ Monsieur Bruce Holliday: il travaillait pour Kaufman Footwear (Kitchener, Ontario); il travaille désormais pour Acton International
- Σ Monsieur Jerry Hould: Le Royer Inc. (Lac Drolet, Québec)
- Σ Messieurs Marc-André Parent: Iseco Safety Footwear (Montréal)

2.3 Préparation aux observations sur le terrain

2.3.1 Comité aviseur

Dans le but de valider les outils de collecte de données et d'orienter correctement les activités d'observation sur le terrain, un comité aviseur composé des personnes suivantes a été mis sur pied:

- Σ Alain Lavoie: Directeur des ressources humaines et Santé et Sécurité, Les Entreprises Philip Inc.
- Σ Benoit Longpré: Représentant SST – Les Entreprises Philip inc.
- Σ Michel Therriault: Représentant SST - Les Entreprises Philip Inc.
- Σ Pierre Rossignol: Superviseur des opérations - Sani Mobile
- Σ Richard Côté: Représentant SST – Sani Mobile
- Σ Richard Robert: Président – RSR Environnement
- Σ Maryse Lafrenière: Conseillère aux établissements, Association Sectorielle Transport Entreposage
- Σ Daniel Imbeau: alors Directeur Programme sécurité-ergonomie, IRSST
- Σ Yves Montpetit: Ergonome professionnel certifié – ErgoExcel Inc.
- Σ Sylvie Bergeron: Ingénieure industrielle consultante – EFOR Conseil s.e.n.c.

Le comité s'est réuni périodiquement pour prendre connaissance des résultats et pour guider les chercheurs.

2.3.2 Élaboration d'un dépliant

En vue d'informer les travailleurs et les multiples intervenants à propos de cette activité de recherche, un dépliant intitulé: "Bottes de sécurité – Jet d'eau sous haut et très haute pression" a été élaboré avec la collaboration du service des Communications de l'IRSST, de l'ASTE et de l'équipe de recherche.

2.3.3 Élaboration d'une lettre d'autorisation pour la prise de photos et de vidéo

Afin d'obtenir la collaboration des entreprises clientes des entreprises de nettoyage industriel et d'avoir accès à leurs installations, une lettre présentant le projet de recherche et les partenaires et sollicitant leur autorisation de prendre des photos ou du vidéo pendant l'activité de nettoyage industriel a été élaborée. Cette lettre était signée par le directeur du Programme sécurité-ergonomie de l'IRSST.

Malgré cette lettre, certaines entreprises n'ont pas permis l'obtention de matériel vidéo ou photo, notamment parce que le délai pour obtenir les autorisations d'un palier hiérarchique suffisamment élevé était trop court pour ces entreprises. En effet, comme il est expliqué plus loin (voir 2.4.2) le délai entre le moment où l'entreprise de nettoyage apprend de son client le moment auquel les travaux peuvent débiter chez lui et le moment où les travailleurs arrivent chez le client pour débiter les travaux, est habituellement inférieur à 24 heures. Ainsi, dans le meilleur des cas, l'entreprise de nettoyage peut informer son client que des chercheurs arriveront sur les lieux du travail le lendemain pour recueillir des photos et du matériel. Cependant, pour plusieurs entreprises le délai de moins de 24 heures n'a pas permis l'obtention des autorisations

nécessaires. Dans ces cas, les chercheurs se sont contentés d'observer et de discuter avec les travailleurs lorsque c'était possible.

Mentionnons que dans certains cas, le client n'a jamais été informé de l'existence d'un projet de recherche ni de ses exigences par l'entreprise de nettoyage. Ainsi, le client en apprenait l'existence le matin même lorsque le chercheur se présentait en même temps que les travailleurs de l'entreprise de nettoyage. Dans certains de ces cas, des autorisations ont tout de même pu être obtenues alors que dans d'autres, c'était impossible.

2.4 Collecte de données

2.4.1 Analyse des accidents de travail

Les représentants des deux principales entreprises participantes à savoir: Les Entreprises Philip Inc. et Sani Mobile (aujourd'hui fusionnées sous le nom Onyx Industries et Onyx Sanivan) ont mis à la disposition des chercheurs leur registre d'accidents du travail et de premiers secours. Une recherche au Centre de documentation de la CSST a également été réalisée sur tous les accidents de travail dans le secteur du nettoyage industriel. Un tri manuel a dû être réalisé parmi tous les accidents du secteur car ceux-ci incluaient des activités autres que le nettoyage avec jet d'eau sous haute ou très haute pression, comme par exemple les travaux de pompage à vide. L'analyse finale a porté seulement sur les accidents de travail des travailleurs faisant du jet d'eau sous haute et très haute pression au moment de l'accident.

2.4.2 Observations du travail sur le terrain (visites de milieux)

Les entreprises où des observations ont pu être faites sont des entreprises industrielles oeuvrant dans divers secteurs, notamment le secteur pétrochimique, l'aéronautique, le métallurgique, le manufacturier et le secteur des services. Au total, une quinzaine d'entreprises ont été visitées.

L'accès aux milieux de travail a été beaucoup plus difficile que les intervenants du milieu ne l'avaient pensé en début de projet et ceci pour plusieurs raisons.

- o Le travail à observer et l'endroit où ce travail serait réalisé étaient généralement connus la veille en fin de journée par le centre de contrôle de l'entreprise de nettoyage. Par conséquent, les travailleurs affectés à ce travail de même que les chercheurs l'apprenaient après le centre de contrôle soit en toute fin de journée ou en soirée. Obtenir des autorisations d'accès avec un si court délai a été souvent impossible.
- o Le court délai qui est typique de l'organisation de ce milieu de travail ne permettait pas toujours aux chercheurs de se libérer pour aller faire de l'observation: il est très difficile de planifier une collecte de données lorsqu'on apprend la veille au soir que des travaux auront lieu le lendemain matin dès 7:00 AM.
- o Certaines entreprises exigeaient une formation particulière en sécurité industrielle pour circuler dans l'usine. Il a donc notamment fallu suivre une formation de 2 heures chez CEZ inc. pour pouvoir par la suite accéder facilement au milieu industriel.

- L'utilisation d'équipement audiovisuel a soulevé l'appréhension de plusieurs entreprises qui n'ont carrément pas voulu participer au projet (ex. secret industriel, peur de se retrouver à la télévision sans préavis).
- Les activités de nettoyage planifiées lors d'un « shutdown » se produisaient rarement comme prévu. Les dates changeaient, ou l'ordre des travaux changeait ou certains travaux étaient annulés à la toute dernière minute.
- Une méconnaissance du travail à faire de la part de l'entreprise de nettoyage a souvent conduit les chercheurs sur un lieu d'observation où la pression de nettoyage utilisée n'excédait pas 2000 psi alors que l'objet du projet était le travail de haute pression (8000 psi et plus).
- Les intervenants dans les entreprises de nettoyage industriel participantes ont changé souvent en cours de projet si bien qu'il a fallu à chaque fois refaire des rencontres pour solliciter leur aide en vue d'avoir accès aux travailleurs et aux clients. Par exemple, chez l'une des entreprises de nettoyage participant au projet, la personne contact pour le projet a changé quatre fois. À chaque occasion, la personne quittait l'entreprise de sorte qu'il fallait repartir de zéro avec la nouvelle personne contact.
- Finalement, les deux principales entreprises de nettoyage industriel dans ce projet ont fusionné sous le nom « Onyx industries » et ce, en cours de projet, ce qui a également eu un impact majeur sur l'organisation de ces entreprises et également sur le déroulement du projet.
- Lorsque le travailleur effectuait une tâche dans un espace confiné par exemple, une citerne souterraine, il était impossible pour les chercheurs d'observer le travailleur (i.e., manque d'éclairage, accès interdit au chercheur parce que trop dangereux pour diverses raisons – ex. risques d'explosions).

Le travail de nettoyage au jet d'eau sous haute et très haute pression est difficile à observer pour des fins de documentation et de recherche. Malgré les difficultés, une cinquantaine de travailleurs oeuvrant dans le nettoyage industriel ont été rencontrés et interrogés au cours de ce projet ce qui permet tout de même d'obtenir des résultats intéressants.

2.4.3 Mesure de la fréquence cardiaque

Afin d'apprécier la pénibilité du travail de nettoyage au jet d'eau, la fréquence cardiaque de 28 travailleurs (âge: 36 ± 5.8 ans, expérience: 9.3 ± 6.7 ans, poids: 87 ± 14.5 kg, taille: 177 ± 8 cm) a été mesurée en continu à l'aide d'un cardiofréquencemètre portatif (Polar Electro, Vantage NV). Trois de ces travailleurs étaient en formation et donc ont été mesurés durant un exercice. Un éventail de travaux considérés comme faciles, moyens et difficiles par les travailleurs ont fait l'objet d'un monitoring cardiaque. Pour les besoins du monitoring, les étapes suivantes ont été accomplies pour chaque travailleur une fois que celui-ci a été informé et a consenti à participer aux mesures:

- Σ Réinitialiser la montre;
- Σ Nettoyer et désinfecter le matériel (l'émetteur);

- Σ Humidifier l'émetteur;
- Σ Installer l'émetteur et le récepteur au travailleur;
- Σ Asseoir le sujet pendant 5 minutes pour obtenir une valeur de fréquence cardiaque de repos;
- Σ Prendre note de l'heure (heure du début du travail) et mettre la montre en fonction;
- Σ Remplir avec le travailleur le feuillet de renseignements (nom, âge, travail, etc.);
- Σ Début de l'activité de travail;
- Σ Durant le travail, prendre note des activités réalisées (description et temps). Noter tout ce qui peut influencer les fréquences cardiaques (ex. le travailleur fournit un effort pour une raison quelconque, il doit attendre quelque chose, etc.);
- Σ Une fois le travail terminé, faire immédiatement asseoir le sujet et ce, durant 5 minutes (pour obtenir la courbe de récupération)
- Σ Récupérer les équipements, remercier le sujet pour sa participation et répondre à ses questions.

2.4.4 Entrevues

Afin de recueillir des informations pertinentes au sujet de ce travail et des facteurs de risque, un questionnaire d'entrevue a été développé et ce, après plusieurs heures d'observation du travail de nettoyage au jet d'eau. Il a été soumis aux membres du comité aviseur afin de valider la pertinence de son contenu. Ensuite, le questionnaire a été testé auprès de deux travailleurs, ce qui a permis d'en raffiner certains éléments. Vingt-quatre travailleurs (âge: 38 ± 9.5 ans, expérience: 11.5 ± 8.5 ans, poids: 89 ± 15 kg, taille: 177 ± 8 cm) ont été rencontrés en entrevue pendant une heure afin de compléter le questionnaire. Sur les 24 travailleurs, 19 sont droitiers, 3 gauchers et 2 se disent ambidextres. Tous ont un statut de temps partiel sur appel. En plus de l'obtention de données démographiques, les thèmes abordés durant l'entrevue sont: semaine de travail (ex. horaire, temps supplémentaire); vision et visibilité au travail; organisation du travail et sécurité (ex. planification du travail, formation); environnement de travail; sources d'incidents et d'accidents; commentaires sur les bottes de sécurité.

Pour la partie de l'entrevue portant sur les bottes de sécurité, les chercheurs ont demandé aux travailleurs de leur parler de huit produits disponibles sur le marché représentant les équipements de protection des pieds les plus plausibles pour le travail au jet d'eau HP. Certains de ces équipements sont utilisés par les travailleurs à l'heure actuelle alors que d'autres sont considérés comme des achats potentiels par leur employeur. Les travailleurs avaient donc déjà eu l'occasion d'essayer plusieurs de ces bottes dans le cadre de leur travail régulier et ce, avant l'entrevue. Le lecteur comprendra que ces bottes n'ont pas fait l'objet d'une évaluation rigoureuse sur le terrain puisque ce n'était pas là l'objectif du projet de recherche. Pour faciliter la discussion, les chercheurs ont présenté une photo couleur de chacun des modèles de botte et demandaient au travailleurs rencontrés de commenter.

2.4.5 Utilisation d'une feuille de description quotidienne du travail

Afin de recueillir des informations sur un plus grand nombre de tâches de nettoyage industriel, une feuille devant être remplie par le travailleur lui-même après chaque tâche de nettoyage a été élaborée. Les informations que le travailleur devait rapporter concernaient le type de travail à effectuer, les équipements utilisés, le type d'environnement, les produits en contact avec les pieds, le type de surface de plancher et une évaluation de la gravité perçue pour 18 types de risques mentionnés dans la littérature ou observés lors des observations sur le terrain. En ce qui a

trait aux risques perçus, les travailleurs devaient évaluer sur une échelle à 5 niveaux (0 = aucun risque, 4 = énormément de risque) chacun des risques décrits sur la feuille. Des espaces étaient prévus pour permettre au travailleur d'ajouter tout commentaire jugé pertinent.

Cet outil additionnel de collecte de données prenant plus ou moins la forme d'une liste de vérification a été validé par le comité aviseur du projet. La feuille a été distribuée en plusieurs exemplaires aux travailleurs des entreprises participant au projet.

3.0 Résultats et discussion

Les résultats sont présentés selon l'ordre des sous-sections de la méthodologie sauf pour une partie des observations faites sur le terrain. En effet, l'essentiel des observations est présenté en premier pour donner au lecteur une bonne vue d'ensemble du travail au jet d'eau sous haute et très haute pression (HP) et ainsi faciliter la compréhension des autres types de résultats.

3.1 Description du travail

Cette section décrit l'essentiel des résultats des observations effectuées lors des visites en milieu industriel incluant les conversations avec les travailleurs observés.

Le travail de nettoyage industriel est un travail qui se fait généralement en équipe de deux personnes: un opérateur et un aide. L'opérateur est celui qui effectue le nettoyage au jet d'eau HP. L'aide opère et surveille la génératrice tout en surveillant également l'opérateur. Les deux travailleurs assument ces deux fonctions principales à tour de rôle, l'alternance se faisant aux deux heures environ. Notons qu'il y a généralement un troisième travailleur sur les lieux qui est responsable du pompage. Celui-ci étant plus à l'écart, il a une vue d'ensemble sur l'environnement de travail des opérateurs de HP.

3.1.1 Équipements de protection individuelle

Le travail de nettoyage HP nécessite l'utilisation d'équipements de protection individuelle notamment en raison des projections constantes de substances et débris délogés par l'action du jet sous haute et très haute pression. Les équipements de protection individuelle de base sont: les bottes de sécurité et un habit de protection imperméables, des gants (aussi imperméables), un casque de sécurité, une visière et une protection auditive le plus souvent sous forme de bouchons d'oreille. D'autres équipements de protection peuvent au besoin être utilisés comme par exemple un respirateur autonome pour le travail en espaces clos, un harnais de sécurité ou une lampe frontale. Les Figure 1 et 2 montrent les équipements de protection de base.



Figure 1: Protection de la tête



Figure 2: Habillement de protection

Ces images donnent un aperçu des conditions particulières dans lesquelles le travail est réalisé. Par exemple, la Figure 1 montre entre autres jusqu'à quel point les éclaboussures peuvent obstruer la vision du travailleur à travers la visière. Une telle situation est habituelle. La Figure 2 montre différents modèles de bottes de sécurité utilisées par les travailleurs ainsi que l'habit de protection habituel en caoutchouc et les gants de protection.

Chaque travailleur possède une seule paire de bottes. L'hiver, un feutre est ajouté à l'intérieur pour protéger contre le froid. L'été, le feutre est enlevé ce qui rend la botte un peu plus grande. Les équipements sont fournis par les employeurs et sont changés sur demande lorsque requis : usure, perforation, brûlures chimiques etc. Les travailleurs sont encouragés à prendre le plus grand soin de leurs bottes. Soulignons ici que les bottes de sécurité durent en moyenne de 6 mois à un an (Chandler 1997). Par contre, les bottes devront être remplacées plus souvent pour ceux qui font beaucoup de travail en sur-temps.

3.1.2 Équipements et types de nettoyage

L'équipement principal nécessaire pour le nettoyage au jet d'eau HP est composé d'un camion pompe, de boyaux flexibles et d'une lance munie d'une buse. Le camion pompe est alimenté par un boyau flexible connecté à une borne fontaine située près des lieux du nettoyage. La borne peut alimenter l'équipement en eau de procédé ou en eau d'aqueduc. Le camion pompe alimente à son tour l'équipement de nettoyage –la lance ou fusil- au moyen d'un boyau flexible de plus petit diamètre et résistant aux hautes pressions. Le lecteur intéressé est référé à Construction Safety Association of Ontario (1980) ou Werle (1995) pour plus de détails sur les systèmes en question.

Le produit à nettoyer, le type d'équipement, les précautions à prendre pour préserver l'intégrité du matériel à nettoyer sont autant de facteurs qui vont influencer le choix de l'équipement à utiliser pour le nettoyage, le niveau de pression et le débit d'eau. Le choix de ces paramètres est fait par les travailleurs qui se basent sur leur expérience. La pression du jet d'eau peut varier de 2 000 à 20 000 livres au pouce carré (PSI). De façon générale, nos observations montrent que les travailleurs utilisent une pression variant entre 8 000 à 10 000 psi pour un débit d'environ 82 litres par minute (18 gal/minute). À 10 000 psi, l'énergie cinétique de l'eau excède celle d'une balle de revolver et peut causer tout autant de dommages (Construction Safety Association of Ontario 1980). Le débit et la pression d'eau sont ajustés au moyen des commandes de la pompe, elle-même située dans le camion. Parmi les types de nettoyage les plus courants, on note le nettoyage: au fusil, au furet (ou fiche ou fichoir dans le jargon) et le nettoyage commandé à distance.

Le nettoyage au fusil. Le nettoyage au fusil (lance, "gun", pistolet) est l'opération la plus fréquente. Les fusils utilisés sont communément appelés "guns" par les travailleurs. Les Figures 3, 4 et 5 montrent des modèles assez répandus. Le fusil est essentiellement constitué d'un tuyau d'acier fixé au boyau flexible d'alimentation (arrivant de la pompe) et au bout duquel une buse est fixée. Le long du tuyau, une commande manuelle ayant la forme d'un levier (Figure 3: commande en position relâchée et Figure 4: commande en position activée) ou d'une détente pleine main (Figure 5) permet à l'opérateur de dériver l'alimentation d'eau afin de réduire la pression du jet à un niveau où les risques de blessures sont minimales et ainsi désactiver l'équipement. Cette commande est de type "deadman". L'ouverture par laquelle l'eau ainsi déviée

s'échappe est communément appelée "muffler". Pour activer l'équipement et ainsi obtenir la pression voulue au bout du fusil, l'opérateur n'a qu'à enclencher la commande et la maintenir enfoncée pour toute la durée de l'opération. La commande est activée graduellement pour éviter les coups de fouet du boyau flexible d'alimentation et mieux composer avec la force de recul du fusil.



Figure 3: Fusil standard (1 m)



Figure 4: Commande du fusil en position activée

Le fusil standard d'une longueur d'environ 1 m (3 pi, Figure 3) est vraiment le plus répandu dans les entreprises ayant participé au projet. Toutefois, le fusil peut être raccourci jusqu'à 30 cm (12 po) ou allongé jusqu'à 2 à 3 m (8 à 10 pi) au besoin. Il suffit alors simplement de changer la tige du fusil (ou canon) pour une plus longue ou une plus courte. On utilise une tige allongée par exemple, pour atteindre le fond d'un puisard profond.

Les fusils courts sont utilisés dans des endroits très restreints (ex. tours de fractionnement, ballasts de bateau). Ils présentent un niveau de risque de blessure plus élevé puisqu'étant plus courts, il est plus facile de les diriger accidentellement vers une partie du corps comme les pieds ou les jambes par exemple. En effet, le travailleur peut accidentellement projeter le jet sur lui avec un fusil court, particulièrement dans les endroits confinés et sombres où les postures sont souvent presque acrobatiques, les déplacements difficiles en raison d'obstacles variés et la vision nulle à faible en raisons d'un manque d'éclairage et d'éclaboussures sur la visière (ex. nettoyage d'un réservoir souterrain de bunker). À la Figure 6, un travailleur nettoie une grille de plancher avec un fusil standard. On voit sur cette figure que le jet d'eau est près des pieds et qu'il est possible qu'il touche le pied lors d'un moment d'inattention ou d'un incident. À l'opposé, un fusil plus long présente moins de risques puisque le jet est plus éloigné du travailleur (ex. Figure 5).

Un fusil comprend à son extrémité une buse ("jet" dans le jargon) qui a pour effet de profiler le jet d'eau. La buse a aussi un impact sur la pression du jet à la sortie du fusil en créant une restriction. Une grande variété de buses sont habituellement à la disposition des travailleurs. Pour chacune, le nombre, la taille et la position de trous varient. C'est souvent le travailleur lui-même qui choisit la buse appropriée selon le travail à faire. Parmi les buses les plus répandues on trouve: le "straight cutter" et le balai.

Le "straight cutter" a un trou unique à son extrémité, de la grosseur d'une aiguille. Le jet d'eau ainsi produit peut devenir extrêmement coupant selon la pression choisie parce que la vitesse de

l'eau de l'unique jet est très élevée (Anonyme 1996). Ce type de buse est utilisé dans de multiples situations pour déloger des matériaux lourds et épais tels la rouille, le manganèse et les résidus solides de procédés. Il est aussi utilisé dans des opérations de démolition et de découpe de la pierre (Anonyme 1989; French 1986).



Figure 5: Fusil allongé (1.5 m) avec épaulière



Figure 6: Jet près des pieds avec un fusil court

La buse en balai quant à elle est utilisée pour nettoyer une surface plus large tel un plancher ou un mur (Figure 5). Le jet possède beaucoup moins d'énergie que celui produit par le "straight cutter" et serait moins fatiguant à utiliser selon les travailleurs. Le balai est habituellement utilisé pour éviter d'endommager la surface de l'endroit à nettoyer. Par exemple, dans certains bassins électrolytiques, il peut y avoir des toiles flexibles à nettoyer lesquelles perforeraient rapidement si elles étaient nettoyées au "straight cutter". Dans de tels cas, on utilise un balai pour lequel la vitesse de l'eau dans le jet est moins importante et donc moins dommageable.

Le "muffler" du fusil est en fait un bout de tuyau de 10 à 15 cm de long (5 à 6 po) situé sous le fusil lorsque celui-ci est en position d'utilisation. Tant que le fusil n'est pas activé mais que le compresseur fournit de l'eau, le "muffler" laisse couler un gros filet d'eau à faible pression et ce, vers l'avant du fusil. Dès que le travailleur enclenche la commande du fusil, toute l'eau est dirigée vers la buse. Le "muffler" est une composante essentielle pour la sécurité parce qu'il permet de réduire rapidement la pression à la sortie du fusil. Par ailleurs, le muffler a une autre utilisation importante. Les travailleurs s'en servent tous pour nettoyer régulièrement leur visière durant leur travail (Figure 7). On peut facilement imaginer que le travailleur de la Figure 1 doit périodiquement nettoyer sa visière sinon, il travaille en aveugle, ce qui est d'ailleurs souvent le cas puisque l'eau ne parvient pas toujours à nettoyer les éclaboussures sur la visière (ex. le bunker).

Il arrive que certaines entreprises doivent traiter leurs eaux usées de sorte qu'elles exigent que l'eau de décharge du "muffler" soit récupérée afin de réduire le volume d'eau usée à traiter. Dans ces cas, un boyau de retour est fixé au bout du "muffler". Ceci augmente le poids du fusil pour le travailleur et lui enlève complètement l'unique possibilité qu'il a de nettoyer sa visière durant son travail. Étant donné la nature du travail, la visière se salit très rapidement de sorte qu'au bout de 4 à 5 minutes de travail au maximum, celle-ci devrait être nettoyée pour assurer un minimum de visibilité. Dans la plupart des cas où le travail exige peu de précision ou que l'éclairage est faible, le travail se fait à l'aveugle selon les travailleurs. Le comportement habituel consiste à

relever la visière temporairement pour orienter correctement le jet d'eau sur la zone des cibles à atteindre puis à la baisser pendant quelques secondes ou quelques minutes la visière pendant que le travail se fait à l'aveugle. Par contre, lorsque le travail nécessite un contrôle visuel le comportement consiste à relever la visière lorsque celle-ci est trop sale et à la maintenir élevée aussi longtemps qu'un contrôle visuel est requis. Par exemple, à la Figure 8 le travailleur nettoie les parois d'une cale de bateau à l'aide d'un fusil allongé. Sa visière est relevée parce qu'elle ne lui permet pas de voir adéquatement la tâche visuelle. Les taches blanches sur l'image (ex. entre la main et la visière, devant le visage) ne sont pas des gouttes d'eau mais plutôt des projections de résidus que le jet d'eau dégage des parois (écailles de peinture, débris de rouille). Notons le niveau de liquide dans lequel le travailleur doit travailler.

Le travailleur montré à la Figure 9 doit orienter son fusil dans chacun des petits trous de l'extrémité de l'échangeur que l'on voit mieux à gauche sur la Figure 10. Comme le nombre de trous est très élevé (sur toute la face de l'extrémité de l'échangeur), il perdrait beaucoup de temps à lever puis abaisser sa visière à chacun. Également, il lui serait très difficile de travailler à l'aveugle puisque le diamètre des trous est petit, le moindre mouvement de sa part ou du fusil déplace le jet suffisamment pour que le nettoyage du trou visé ne soit pas adéquat. Dans les deux cas, lorsque la visière est relevée, le fusil est généralement activé de sorte que le risque de projection au visage et particulièrement aux yeux est présent de même que le risque de respirer ou même d'absorber des produits toxiques. On voit clairement à la Figure 9, un jet de projections dirigé tout juste sous le menton de l'opérateur.



Figure 7: Opérateur nettoyant sa visière avec l'eau s'échappant du "muffler"



Figure 8: Nettoyage des parois d'une cale de bateau

La Figure 10 montre un travailleur nettoyant un échangeur déposé au sol. La pression d'opération est de 10 000 psi. On y remarque que l'opérateur maintient de la main gauche la commande d'activation enclenchée: la prise à pleine main englobe à la fois la commande et le fusil. La main droite assiste dans l'orientation du fusil en prenant appui sur la main gauche. Également, le "muffler" est muni d'un boyau de récupération de l'eau de dérivation (boyau sous le fusil dans la figure).

Le boyau d'alimentation est appuyé sur le devant de l'épaule de l'opérateur et y transmet directement la force de recul du fusil. Le boyau d'alimentation sert ici d'épaulière. Cette façon d'utiliser le fusil est de loin la plus utilisée selon notre collecte de données. De cette façon,

l'opérateur peut aussi bien nettoyer un objet au sol (ex. grille de puisard) qu'un objet en hauteur (ex. parois d'une cale de bateau). Pour nettoyer un objet plus bas lorsqu'un jet parallèle au sol est nécessaire, l'opérateur appuiera le boyau sur l'intérieur du genou ou dans l'aine (Figure 9).



Figure 9: Visière relevée dans le cas d'une opération requérant un contrôle visuel



Figure 10: Nettoyage manuel de l'extérieur d'un échangeur au fusil de 1 m

À la Figure 10, l'opérateur est incliné pour compenser la force de recul du fusil: si la pression venait à chuter subitement et sans préavis, l'opérateur tomberait vers l'avant. Dans cette figure, l'inclinaison de l'opérateur par rapport à la verticale est environ 26 degrés, son poids 109 kg et sa taille 1.81 m. En utilisant des tables de données anthropométriques récentes (ex. Tilley 1993) puis, en supposant que le poids total de son habillement est environ 10 kg, on obtient une estimation de la force de recul du fusil d'environ 257 N (58 lb).

L'usage du fusil requiert relativement peu d'effort au niveau des membres supérieurs. En effet, le poids du fusil et du boyau sont repris en partie par la rigidité du boyau et la force de recul, transmise directement au haut du tronc en avant de l'épaule. La force étant importante, les opérateurs ont souvent des marques (ex. rougeurs) à cette région à la fin de leur travail. La Figure 11 montre l'effet de la force de recul sur le haut du corps lors du nettoyage d'une grille de plancher.



Figure 11: Effet de la force de recul du fusil sur l'épaule

La force est telle que l'épaule est projetée vers l'arrière. Le travailleur est complètement appuyé sur le fusil de sorte que si la pression venait à tomber subitement, il tomberait vers l'avant. Des travailleurs nous ont rapporté que le fusil long est beaucoup plus fatigant à utiliser, en particulier pour le dos, que le fusil court parce que la longueur du fusil est telle que l'opérateur ne peut pas se pencher sur son fusil et ainsi utiliser son poids pour contrer la force de recul comme à la Figure 10 ou à la Figure 11. Lorsque le fusil est long, l'effort est alors totalement repris par la musculature du tronc ce qui augmenterait grandement la pénibilité du travail.

Le fait que le boyau d'alimentation soit courbé et soit constamment soumis à une force relativement importante peut certainement causer une contrainte au boyau et particulièrement au raccord entre le boyau d'alimentation et le fusil. Une telle contrainte peut à la longue endommager ledit raccord et mener à sa rupture (Comité national de l'OPPBTP 1991) laquelle représente un risque de blessure au visage lorsque le système est sous pression et utilisé tel qu'à la Figure 10. Des travailleurs nous ont rapporté le cas de tels accidents où la rupture du raccord aurait créé une explosion près du visage qui aurait dans un cas, fait éclater la visière de l'opérateur avec comme conséquence de lui faire perdre un oeil alors que dans l'autre cas, l'extrémité du fusil aurait été projetée avec force sur la mâchoire la fracturant en de multiples endroits. La gravité des blessures potentielles suite à une rupture du raccord d'alimentation est importante de sorte que l'inspection périodique des équipements est primordiale.

L'utilisation d'une épaulière (Figure 5) fait en sorte que le boyau d'alimentation n'est pas soumis à des contraintes de flexion parce que celui-ci se connecte au fusil par le dessous juste derrière la commande d'activation ce qui représente un avantage certain du point de vue de la sécurité. Les travailleurs des entreprises ayant participé au projet nous ont rapporté que l'utilisation d'une épaulière est relativement peu fréquente au Québec, toutefois elle serait plus répandue dans les entreprises qui opèrent dans la région est du Québec. Le fusil muni d'une épaulière est jugée inconfortable et plus fatigant à utiliser que le fusil standard (Figure 3, 8 et 10). Le boyau d'alimentation du fusil standard offre l'avantage d'être en caoutchouc et relativement flexible ce qui permet une meilleure distribution de la force sur la région du corps où il prend contact. Également, l'épaulière ne permettrait pas autant de flexibilité dans l'orientation du fusil particulièrement pour les travaux bas comme à la Figure 9: l'épaulière permet un appui relativement bon au niveau de l'épaule ce qui n'est pas le cas au niveau du genou ou de l'aine. L'utilisation du fusil à épaulière pour des travaux près du sol est vraisemblablement plus fatigant étant donné que la force de recul doit alors être reprise par les membres inférieurs et dans ce cas, l'appui sur le corps est moins stable et plus difficile. Enfin, l'épaulière devient carrément encombrante lorsque le fusil est utilisé dans des endroits très restreints (ex. colonnes de fractionnement). Il apparaît important d'améliorer la conception du fusil pour en améliorer l'appui sur le corps tout en réduisant les contraintes sur les raccords et ce, en maximisant la flexibilité de la posture lors de son utilisation.

Le nettoyage au furet. Le furet sert habituellement à nettoyer des conduites (Figure 12 et 13). Dans ce type d'opération, une buse est fixée à un boyau flexible de petit diamètre (1.5 cm environ) que l'opérateur manipule avec ses mains en le guidant pour qu'il avance dans la conduite. Le travailleur contrôle le départ ou l'arrêt du jet, à l'aide d'une commande au pied. Dès qu'il relâche la pédale, la pression tombe.

Les types de buses des furets varient considérablement. Règle générale, elles ont des orifices situés à l'arrière qui ont pour objet de la faire avancer dans la conduite à nettoyer (buse "self feed"). Les jets issus de ces trous assurent le nettoyage des parois de la conduite et rejettent les débris vers la sortie lorsque l'opérateur tire sur le boyau. À l'avant de la buse, il peut y avoir un certain nombre de trous (3 ou 4) qui servent à désobstruer la conduite et ainsi faciliter la progression. La Figure 14 montre des exemples de boyaux flexibles munis de buses communément appelés "fiche" ou "fichoir". À gauche de la figure, on voit un exemple d'une grosse buse de type "self feed". Ce type de grosses buses est utilisé pour nettoyer des tuyaux de grand diamètre (15 à 30 cm ou 6 à 12 po). La buse du côté droit de la figure est utilisée pour nettoyer des conduits de petits diamètres comme par exemple ceux d'un échangeur (Figure 9).

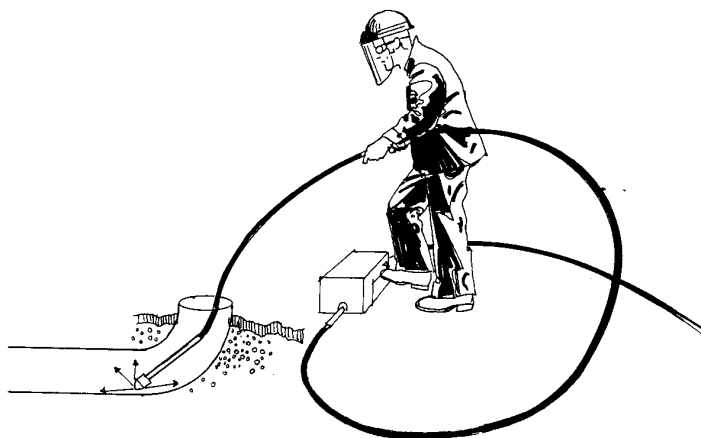


Figure 12: Nettoyage au furet (adapté de CSAO 1980)



Figure 13: Nettoyage au furet d'une conduite



Figure 14: Exemples de buses utilisées pour le nettoyage au furet

Le nettoyage au furet se fait souvent à un seul opérateur. Ce type de nettoyage présente des risques de blessures particulièrement aux mains parce que la buse projette des jets d'eau sous haute pression vers l'arrière. Les risques sont présents lorsque le travailleur retire le boyau flexible de la conduite pour en sortir la buse qu'il ne voit pas, celle-ci étant dans la conduite. Il est alors exposé à se faire frapper les mains par les jets arrières de la buse lorsque celle-ci approche de l'ouverture d'accès dans la conduite. Dans les situations que nous avons observées,

l'opérateur ne disposait d'aucun repère visuel (ex. couleur différente sur le boyau) lui permettant d'évaluer la proximité de la buse. Il apparaît opportun d'explorer les différentes avenues de conception des fichoirs offrant un moyen pour l'opérateur d'apprécier la proximité de la buse.

Des travailleurs nous ont rapporté que dans certains cas il est arrivé que la buse fasse demi tour dans la conduite et qu'elle ressorte par l'accès. Cette situation présente des risques évidents puisque l'opérateur ne peut savoir que la buse ressortira dans sa direction. Werle (1995) décrit des embouts de fichoir rendant impossible le retournement de la buse dans la conduite. Il apparaît opportun de généraliser l'emploi de tels embouts, c.-à-d. de les rendre disponibles et de former les travailleurs à leur utilisation. L'utilisation d'un embout pourrait probablement contribuer à réduire les risques décrits au paragraphe précédent.

Le nettoyage au furet à deux travailleurs. Il arrive que l'endroit à nettoyer ne permet pas à l'opérateur manipulant le furet, d'avoir la commande d'activation du système à proximité de lui. C'est le cas dans les endroits très restreints comme par exemple, lorsque le travailleur doit pénétrer dans une bouilloire et travailler accroupi ou à plat-ventre. Dans ces cas, c'est l'aide qui actionne la pédale et celui-ci se trouve généralement à l'extérieur de l'équipement où se trouve l'opérateur. Dans de telles conditions, la coordination et la communication entre les deux travailleurs sont critiques tel que le laisse entendre Goulet (1999): «Ton compagnon de travail, c'est ton lien avec la vie. Il faut une confiance totale.» (Goulet 1999, p. 5).

Lorsque les opérateurs sont en mesure de se voir, ils communiquent habituellement par signes et plus rarement par des mots simples comme "OK". Il ne semble pas y avoir de code universel de signes ni de vocabulaire. Les travailleurs habitués à travailler ensemble se sont développé un langage signé qui leur est propre. Par ailleurs, certains signes sont très répandus d'une équipe à l'autre ou d'une entreprise à l'autre comme par exemple le geste de pointer l'index vers le haut et de faire un mouvement de rotation pour signaler à l'aide d'actionner la pompe pour alimenter le fusil ou le furet. La Figure 15 tirée de CSAO (1980) illustre ce signe.



Figure 15: Geste pour indiquer l'activation de la pompe

Les deux travailleurs, à distance l'un de l'autre, ne sont pas toujours en mesure de se voir comme par exemple, lorsque l'opérateur entre dans un réservoir souterrain. Dans ce cas, le contact visuel est coupé et la communication se fait en criant le mot "OK". Le même mot "OK" est utilisé tant pour partir qu'arrêter les jets. Comme le niveau de bruit est souvent suffisamment élevé pour nuire à la communication verbale et que l'opérateur porte des protecteurs auditifs, il y a risques d'une mauvaise communication dont les conséquences sont une activation inopportune du système de nettoyage ou une désactivation trop tardive. L'utilisation d'un appareil de communication comme par exemple un radio est très rare. Il apparaît opportun d'explorer de meilleures façons de communiquer entre les opérateurs lors des opérations de nettoyage à deux particulièrement là où le contact visuel est coupé.

Le nettoyage commandé à distance. Les Figures 16 à 19 montrent deux installations de nettoyage à distance d'un échangeur. Les Figures 16 et 17 montrent une installation pour le nettoyage interne alors que les Figures 18 et 19 montrent un équipement servant au nettoyage de l'extérieur de l'échangeur. Ces équipements appartiennent à une entreprise de l'Alberta. À la Figure 16, le travailleur actionne les commandes de l'équipement. Il travaille debout, à une distance de 3 à 5 m (10 ou 15 pi) de la buse. Il fait avancer et reculer simultanément 4 tiges d'environ 8 m (25 pi) à l'intérieur des conduites de l'échangeur (Figure 17). Chaque tige étant munie d'une buse, le nettoyage se fait dans 4 conduites simultanément alors qu'au furet il faut nettoyer les conduites une à une. L'utilisation d'un tel équipement permet de réduire significativement le temps de nettoyage de même que l'exposition du travailleur au risque lié au travail à proximité de la buse de nettoyage (cas du furet). Les jets d'eau sont activés par une pédale alors que l'orientation et le mouvement des jets d'eau sont commandés par des manettes. L'opérateur porte un minimum d'équipement de protection individuelle: chapeau, lunettes de sécurité, gants, couvre-vêtement en tissu et bottes de sécurité. Une fois le nettoyage de l'échangeur terminé, une grue viendra le retirer et en remettre un autre au même endroit.



Figure 16: Poste de l'opérateur d'une machine de nettoyage à distance



Figure 17: Tête d'une machine de nettoyage à distance utilisée pour l'intérieur d'un échangeur

Les Figures 18 et 19 présentent un équipement de nettoyage monté sur une remorque de camion. L'opérateur prend place dans la cabine (Figure 19) et commande le bras articulé muni d'une tête de nettoyage à buses multiples. Le bras se déplace longitudinalement sur un rail monté sur la remorque. Dans sa cabine, le travailleur est assis confortablement et est bien protégé des jets des projections et du bruit. Avec ce genre d'équipement, il est possible d'utiliser de façon sécuritaire des pressions de jets d'eau dépassant largement les 10 000 psi. À l'opposé, la Figure 20 montre un travailleur effectuant le même travail qu'aux Figures 18 et 19, mais de façon manuelle. Ici, les risques sont évidents (ex. projection, perte d'équilibre, chute, jet d'eau).

Selon les travailleurs et les directions d'entreprises interrogés, ce type d'équipement est très coûteux à l'achat de sorte qu'uniquement les plus grandes entreprises peuvent se les offrir. Également, selon les personnes interrogées ces équipements seraient limités à des applications spécialisées et donc n'offriraient pas la flexibilité ni la mobilité d'un travailleur muni de son fusil.



Figure 18: Nettoyage de l'extérieur d'un échangeur à l'aide d'une machine de nettoyage à distance



Figure 19: Cabine de l'opérateur d'une machine de nettoyage à distance



Figure 20: Nettoyage manuel de l'extérieur d'un échangeur

L'approvisionnement en eau. L'approvisionnement en eau se fait généralement à partir d'un robinet ou d'une borne-fontaine situé dans un rayon de 30 à 45 m (100 à 150 pi) de la zone de travail. Dans ces cas, il s'agit habituellement d'une eau potable provenant des aqueducs municipaux. Il arrive parfois qu'en raison des coûts liés au traitement des eaux usées, le client exige de minimiser la quantité d'eau utilisée pour le nettoyage de ses équipements. Dans ce cas, les eaux usées de nettoyage sont récupérées, partiellement filtrées puis retournées dans le système de nettoyage pour être réutilisées. Lorsque le travail de nettoyage dure longtemps, l'eau ainsi recyclée devient parfois fortement contaminée puisque les produits nettoyés s'y concentrent (le filtrage étant partiel à chaque cycle de traitement). Le nettoyage avec des eaux contaminées peut causer des problèmes sérieux de santé et de sécurité à cause des brouillards que les opérateurs aspirent ou en cas de blessure par le jet d'eau. Toutefois, même lorsque l'eau n'est pas recyclée l'état habituel de propreté des équipements de nettoyage est tel que les risques de septicémie grave sont importants lors d'une injection d'eau dans les tissus. Ces problèmes sont discutés plus loin dans le rapport. Certains additifs peuvent également être ajoutés à la source d'eau pour faciliter le nettoyage. Ceci expose alors les travailleurs à la toxicité possible de cet

additif durant le nettoyage que ce soit par contact cutané, par la respiration ou par une blessure avec le jet d'eau.

3.1.3 Environnement du travail de nettoyage

Les environnements dans lesquels le travail de nettoyage a été observé, particulièrement au fusil sont aussi variés que nombreux. On distingue au moins deux aspects soit l'environnement physique et l'environnement thermique. L'environnement physique idéal est habituellement le travail à l'extérieur au sol. Par contre, le travail en espace clos et en hauteur est fréquent et pose des problèmes particuliers.

Espaces clos. Les lieux de travail d'un opérateur de jet d'eau HP sont souvent des espaces restreints et clos. Les équipements industriels constituant des espaces clos sont nombreux: fours, caissons d'échangeur, ballasts de bateau, tours de fractionnement, cheminées, bassins, réservoirs, conduites souterraines, etc. La Figure 21 montre la portière d'accès à un équipement industriel à l'intérieur duquel des opérations de nettoyage sont réalisées périodiquement. Le diamètre de la portière d'accès est d'un peu moins de 46 cm (18 po) soit une dimension nettement insuffisante pour une accès sécuritaire d'un travailleur muni des équipements de protection requis pour le nettoyage au jet d'eau HP.

Tilley (1993) recommande une ouverture minimale de 66 x 76 cm (26 x 30 po) lorsque l'habillement est léger et 74 x 86 cm (29 x 34 po.) lorsque l'habillement est encombrant. Pour les ouvertures sur le côté comme celle illustrée à la Figure 21, une ouverture rectangulaire est recommandée et celle-ci devrait être au niveau du plancher tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'équipement. La Figure 22 donne un autre exemple où ces recommandations ne sont pas appliquées, ce qui rend difficile l'accès et la sortie pour les travailleurs.



Figure 21: Porte d'accès à un espace confiné ou trou d'homme (diamètre 46 cm/18 po)



Figure 22: Sortie d'un réservoir ou trou d'homme

Les ouvertures circulaires sont habituellement réservées aux accès par le dessus ou par le dessous des équipements et dans ce cas, leur diamètre devait avoir un minimum de 76 cm (30 po). On peut également noter à la Figure 21 que des équipements encombrent le sol juste à l'entrée de l'équipement. Une plate-forme devrait recouvrir ces équipements afin d'offrir une surface plane immédiatement à l'entrée de l'équipement.

Les travailleurs interrogés nous ont indiqué que les portières d'accès (ou trous d'homme) aux espaces restreints ou clos sont très souvent de trop petites dimensions et encombrées. Ils rapportent qu'ils doivent à l'occasion revêtir leur imperméable, casque et visière une fois rendus à l'intérieur de l'équipement à nettoyer. Il apparaît opportun de mentionner que des informations devraient être communiquées aux entreprises clientes afin de les sensibiliser à la question et leur permettre de concevoir leurs équipements de façon à en faciliter l'accès pour les opérations de nettoyage et d'évacuation des travailleurs en cas de blessure.

La Figure 23 montre un travailleur dans une conduite. On y observe que le "plancher" de l'espace comporte des obstacles rendant les déplacements difficiles et représentant des risques de blessure par heurts.



Figure 23: Travail à l'intérieur d'un espace clos

Ici encore, une sensibilisation des concepteurs à la question de l'accès pour l'entretien des équipements apparaît opportune.

Le travail en hauteur. Les travailleurs ont rapporté que le travail en hauteur est fréquent. Par exemple, ils peuvent être appelés à déglacer les structures aériennes d'un pont (lors de la tempête de verglas au Québec en 1998) ou nettoyer la partie supérieure des cales d'un porte conteneur. Ils peuvent travailler sur un échafaudage ou d'une plate-forme soutenue par une grue. Ils peuvent aussi travailler d'une nacelle comme le montre la Figure 24.



Figure 24: Travail en hauteur d'une nacelle

Environnement thermique. Le travail avec jets d'eau HP est réalisé dans des conditions climatiques variées: été comme hiver (Figure 25). Les travailleurs rapportent que l'hiver l'eau qui éclabousse gèle rapidement sur les équipements. Leur contrôle devient alors plus difficile parce que les mains gèlent plus facilement et que la prise sur les équipements est plus glissante. Le facteur vent exacerbe ces conditions.

Dans d'autres cas, et particulièrement l'été, la température plus élevée et l'humidité ambiante peuvent rendre le travail particulièrement pénible. Ces conditions seraient généralement dues à la température des équipements à nettoyer plutôt qu'aux conditions climatiques. En effet, les entreprises auraient tendance à fermer leurs équipements à la toute dernière minute en prévision d'une période de « shutdown » de sorte que la température des équipements serait parfois encore relativement élevée lorsque le nettoyage à jet d'eau débute (ex. fours, évaporateurs). L'eau projetée sur une surface chaude s'évapore beaucoup plus facilement ce qui contribue à accroître le niveau d'humidité ambiant d'un espace de travail où la température sèche peut déjà être relativement élevée. Comme l'habillement des travailleurs est imperméable, il ne laisse pas facilement évaporer leur sueur, principal mécanisme d'évacuation de la chaleur du corps. Cette combinaison de conditions fait en sorte qu'un travail au fusil, déjà exigeant sur le plan physique dans certains cas (voir plus loin), peut devenir très pénible en raison de la combinaison de la chaleur et de l'humidité. Dans ces conditions, la fatigue générée constitue un facteur de risque d'incident et d'accident non négligeable compte tenu du fait que le travail se fait souvent dans des endroits où les postures sont contraignantes et la mobilité réduite à cause de la présence d'obstacles.



Figure 25: Travail en hiver

Il apparaît opportun d'organiser le travail de façon à ce qu'il permette aux travailleurs de prendre des pauses plus fréquentes lorsque les conditions d'ambiance et de pénibilité le commandent. Également, il faudrait sensibiliser les travailleurs à cette réalité et leur enseigner à prendre des pauses plus fréquentes au besoin.

3.1.4 Organisation du travail

Le travail de nettoyage au jet d'eau HP est réalisé principalement par des entreprises spécialisées dans le domaine. Par ailleurs, certaines grandes entreprises industrielles ont parmi leurs employés réguliers des travailleurs affectés aux travaux de nettoyage au jet d'eau. Ces entreprises se retrouvent dans des secteurs industriels variés.

L'organisation du travail dans les entreprises spécialisées de nettoyage au jet d'eau HP est très particulière. Le travail est généralement attribué à la dernière minute: les travailleurs sont souvent appelés en situation d'urgence. La planification est alors presque impossible. Il y a par contre, des activités planifiées comme par exemple lors d'une période « shutdown » dans une entreprise.

Le processus débute habituellement lorsqu'un vendeur ou un représentant de l'entreprise de nettoyage conclut une entente avec un client industriel chez qui du nettoyage devra être réalisé. L'entente concerne la durée et le coût des travaux de nettoyage à effectuer. Comme les clients industriels cherchent généralement le plus bas soumissionnaire, le temps pour effectuer le travail

est sous-estimé. Par conséquent, le temps pour installer des mesures de sécurité sur le chantier est souvent réduit au strict minimum.

Pratiquement, tous les travailleurs de ces entreprises sont sur appel. Ils se présentent donc à leur centre de rattachement suite à un appel du centre de contrôle de l'entreprise de nettoyage où ils se voient assigner un co-équipier et un travail à réaliser chez un client pour lequel on leur remet un bon de travail décrivant la nature des travaux. Le bon de travail comprend généralement un minimum d'information comme par exemple l'adresse du client, le travail à faire, de l'information limitée sur le produit à nettoyer et parfois, de l'information sur les mesures de sécurité nécessaires (ex. équipement de protection respiratoire).

Une fois rendus sur les lieux du travail, les travailleurs découvrent les conditions réelles dans lesquelles les activités de nettoyage doivent être réalisées (ex. espace clos et très restreint, accès difficile à la zone de travail, équipements encore chauds, produits chimiques). Ils doivent s'adapter à des contraintes variées dont particulièrement celle du temps puisque le temps alloué pour le travail a souvent été sous-estimé au moment de conclure le contrat.

En principe, les travailleurs ont droit à 0.5 heure pour le repas et deux pauses de 15 minutes, une l'avant-midi et l'autre en après-midi. Ils ne prennent généralement pas les pauses de 15 minutes à moins exceptionnellement, que la situation le permette. En effet, il leur faut déjà plus de 15 minutes pour sortir d'un réservoir souterrain par exemple, se déshabiller, se laver et se rendre à la cantine. Les travailleurs alternent avec leur co-équipier en ce qui a trait aux rôles d'opérateur et d'aide. La plupart du temps, ils font 2 heures de travail en continu dans un rôle avant d'alterner.

La formation des travailleurs est souvent un type de "formation sur le tas". En effet, il ne semble pas y avoir d'école qui enseigne ce métier (au moment de la réalisation de notre étude). Certaines entreprises participantes au projet ont mis sur pied des cours de formation. Ces initiatives demeurent isolées. Les plus anciens dans ce métier, rapportent qu'ils ont appris au contact d'un travailleur plus expérimenté. Les travailleurs rencontrés sur le terrain considèrent leur métier comme dangereux et très particulier. Ils indiquent que la relève semble de plus en plus difficile à trouver.

Il s'agit d'un milieu de travail syndiqué pour certaines entreprises. Le métier d'opérateur ne fait pas partie des métiers de la construction. Les travailleurs affectés au nettoyage au jet d'eau HP des entreprises spécialisées sont souvent considérés comme des travailleurs de "bas niveau" par les travailleurs des entreprises clientes. Ils font un travail salissant qui semble attirer un certain mépris des travailleurs permanents, employés par les entreprises clientes. Plusieurs des travailleurs affectés aux travaux de nettoyage au jet d'eau rencontrés rapportent que lorsque le travail est trop dangereux ou trop salissant, les entreprises sous-traitent le travail aux entreprises spécialisées dans le domaine.

3.2 Revue de la littérature et des normes applicables

3.2.1 Littérature

La littérature scientifique relative au métier d'opérateur de jet d'eau HP est peu abondante. Néanmoins, nous avons revu une littérature dont les sujets principaux peuvent être regroupés en

4 catégories: 1- Les aspects médicaux d'une blessure; 2- Les aspects techniques des équipements; 3- Les procédures de travail; 4- Les équipements de protection individuelle.

Les aspects médicaux d'une blessure. Les blessures au jet d'eau HP doivent être considérées comme une urgence médicale. La rapidité du délai d'intervention est primordiale pour améliorer le pronostic de guérison. À partir d'un point d'entrée dans l'organisme, l'eau et ses contaminants diffusent dans les tissus proportionnellement à la quantité, à la pression et à la viscosité du produit (Dap 1991). Il peut s'en suivre de l'ischémie, de la nécrose et de la gangrène des tissus, sans compter une intoxication possible générale de l'organisme, si le jet d'eau contient des produits hautement toxiques. La force de l'impact est comparable à celle d'une balle de fusil (Flotre 1991; Construction Safety Association of Ontario 1980). En effet, la vitesse de pénétration de l'eau dans les tissus est énorme et bien qu'à première vue, la blessure puisse sembler mineure, les conséquences d'une intervention tardive peuvent être permanentes et aller de l'amputation d'un membre blessé jusqu'au décès. Par exemple, une étude sur le sujet rapporte qu'en 1967, un travailleur au jet d'eau âgé de 25 ans a été blessé à l'abdomen. Il ne portait pas de vêtement de protection. Il fut mis sous observation à l'hôpital pendant 48 heures après quoi on lui diagnostiqua une perforation de l'abdomen avec péritonite généralisée. L'intervention chirurgicale a heureusement pu lui redonner la santé sauf que le délai de l'intervention de 48 heures aurait très bien pu lui coûter la vie (Noill et George 1969).

Les éclaboussures de produits chimiques sont fréquentes dans ce travail, notamment au niveau des yeux et du visage. Il est de toute première importance de bien irriguer la plaie le plus rapidement possible et, pendant une période suffisamment longue pour prévenir les brûlures chimiques profondes. Un dispositif permettant de se laver les yeux ou une plaie (ex. une bouteille d'irrigation) devrait être présent dans la trousse de premiers soins (Anonyme 1983). De plus, avant de se rendre au centre hospitalier le plus près, ou en tout cas, dans les plus brefs délais, il est important d'obtenir des informations sur la nature des contaminants auxquels le travailleur a pu être exposé. Cette information peut être obtenue auprès des employés du lieu de travail ou à partir de la fiche signalétique du produit.

Les travailleurs devraient avoir une formation de secouriste en milieu de travail, comme par exemple de l'Ambulance St-Jean, et faire renouveler leur certificat à tous les 2 ans. D'une part, les travailleurs sensibilisés aux premiers soins sont souvent plus prudents au travail. D'autre part, comme les travailleurs sont toujours en équipe de deux, dès que l'un d'eux se blesse, c'est son coéquipier qui est le plus près et le premier à pouvoir intervenir d'où l'importance d'avoir une formation appropriée (Construction Safety Association of Ontario 1980). Des installations permettant de se laver avec de l'eau propre sont recommandées à proximité du lieu de travail d'une part en cas de blessures, pour permettre de bien nettoyer la plaie avec de l'eau propre et un désinfectant. D'autre part, ces installations sont nécessaires pour une question primordiale d'hygiène, notamment pouvoir se laver les mains avant de fumer ou de manger (French 1986).

Les traitements médicaux peuvent comprendre: une injection contre le tétanos, une élévation du membre blessé, l'application de compresses humides et désinfection, un traitement aux antibiotiques, un traitement anti-inflammatoire stéroïdien, l'immobilisation du membre atteint et surtout, être vu par un chirurgien familial avec ce genre de blessure. En fait, il ne faut jamais fermer une plaie causée par à un jet d'eau HP (Flotre 1991). La plaie doit suinter. D'où

l'importance de voir un chirurgien familial avec ce genre de blessure ou bien de fournir au chirurgien en place, de l'information concernant la gravité possible d'une telle blessure.

Notons finalement que la revue de la littérature a permis de trouver des articles qui traitent des blessures aux mains, mais aucun ne traite spécifiquement de blessures aux pieds.

Les aspects techniques des équipements. Au niveau des aspects techniques des équipements, l'Institut National de Recherche et de Sécurité a produit un excellent recueil couvrant ces sujets (Werle 1995). On y décrit entre autres les différentes composantes du système requis pour le nettoyage au jet d'eau HP: la génératrice (moteur-pompe), le circuit de distribution (câbles, raccords, etc.), les accessoires de projection tels les chariots de nettoyage, les pistolets, les tringles, les furets et les dispositifs rotatifs commandés à distance, les dispositifs de commande au pied, les dispositifs de sécurité sur les équipements, etc. En fait, le document de l'INRS est un document relativement complet sur le sujet et le seul en français.

Un certain nombre d'éléments de sécurité peuvent être intégrés au fusil ou à la lance, notamment la "dead man switch", un loquet évitant la mise en marche accidentelle (Lefebvre 1975; Construction Safety Association of Ontario 1980), une double commande et un déflecteur (Werle 1995). En fait, la littérature fait état d'une série de moyens de protection spécifiques à certains types de travaux et d'équipements. Par ailleurs, mentionnons que lors des observations sur le terrain que nous avons réalisées, celles-ci nous indiquent que ces moyens de protection sont relativement peu utilisés sur le terrain.

En ce qui a trait à la force de recul ou à l'effort de poussée pour combattre la réaction du jet HP, les auteurs ne sont pas tous du même avis en ce qui constitue une valeur maximale acceptable, qui est en fait déterminée par le débit, la pression et le diamètre de la buse. Krüner, Wiedemeirer et Louis (1982) proposent un maximum de 250 N alors que Werle (1995) suggère qu'au-delà de 150 N, le fusil devrait être muni d'un accessoire permettant l'appui sur le corps (ex. épaulière). De son côté, French (1986) propose une valeur maximale acceptable plus conservatrice de 150 N pour la force de recul. La force estimée à partir des conditions et des caractéristiques du sujet de la Figure 10 était clairement au-dessus de 150 N (voir section 3.1.2). Il apparaît important de noter que Krüner, Wiedemeirer et Louis (1982) indiquent que seule une personne familière et bien formée à l'usage et aux dangers des équipements HP devrait avoir la permission d'opérer ces équipements de façon manuelle.

La nature des pompes peut causer une sollicitation en fatigue des composantes mécaniques et celles-ci ont en conséquence une durabilité limitée (Krüner, Wiedemeirer et Louis 1982). De plus, il est de première importance d'utiliser des pièces d'équipements dont les niveaux de résistance sont compatibles avec la puissance de la génératrice. On dira souvent que la résistance d'une chaîne est liée à celle de son maillon le plus faible. La rupture d'une buse ou d'un autre élément faible de la tubulure de distribution pourrait être la cause d'un accident important. Le choix et l'entretien approprié des équipements est un aspect clé selon l'INRS (1983). Les observations sur le terrain nous ont permis de constater que les équipements apparaissent généralement âgés.

Il existe des équipements spécialisés robotisés ou commandés à distance. Certes, ces appareils ne sont pas à point pour s'adapter à l'immense variabilité des situations auxquelles les travailleurs

sont confrontés. Néanmoins, ils représentent des solutions intéressantes dans certains cas actuels et des solutions d'avenir dans d'autres situations en ce qui a trait au contrôle des facteurs de risque pour les travailleurs de ce métier (State-of-the-art waterjet cutting 1996; French 1986).

Les procédures de travail. La littérature énumère un bon nombre de procédures de travail permettant d'assurer la sécurité des travailleurs eux-mêmes et des lieux environnants. Il importe cependant que ces procédures soient facilement applicables aux conditions de travail nord américaines. Le document de Werle (1995) donne une bonne description des procédures essentielles:

- Σ Sécuriser la zone de travail
- Σ Fournir l'éclairage adéquat
- Σ Inspecter les équipements et sécuriser les raccords
- Σ Prévoir la récupération et l'évacuation des résidus
- Σ Vérifier la présence de gaz explosifs
- Σ Procédures en espace clos
- Σ Procédures de cadenassage
- Σ Choisir les équipements de protection individuelle appropriés
- Σ Évaluer des risques électriques
- Σ Sécuriser le travail en hauteur
- Σ Hygiène corporelle
- Σ Conduite en cas d'accident

Au niveau des communications entre les travailleurs on rapporte des gestes de langage signé qui pour certains sont déjà assez utilisés par les travailleurs du milieu (Construction Safety Association of Ontario 1980).

Certaines recommandations reviennent dans plusieurs ouvrages de la littérature. Par exemple, on suggère de pressuriser progressivement le système de manière à pouvoir l'arrêter en cas de fuite, à éviter les coups de fouet des boyaux d'alimentation et à éviter les coups de bélier dommageables pour les équipements (INRS 1983). On insiste beaucoup sur l'importance des procédures d'entretien préventif des équipements de manière à assurer la sécurité des travailleurs et un rendement maximum (Association of High Pressure Water Jetting Contractors 1984).

En ce qui a trait aux conditions ambiantes, on suggère par exemple qu'en condition hivernale, des précautions devraient être prises pour prévenir le gel. De plus, si l'environnement présente des risques d'explosion ou d'incendie, des précautions particulières devraient être prises pour éviter de produire des étincelles (Association of High Pressure Water Jetting Contractors 1984).

Enfin, parmi les procédures importantes, on insiste sur le fait de bien planifier à l'avance chaque travail à faire. Par exemple, se familiariser avec les conditions de travail, évaluer les facteurs de risque, connaître la toxicité des produits à nettoyer, les procédures d'urgence, l'endroit et l'état de fonctionnement des dispositifs d'urgence sur les lieux de travail, etc. (American Society for Testing and Material 1993).

Les équipements de protection individuelle (EPI). Le travail au jet d'eau HP nécessite de porter un minimum d'équipement de protection individuelle. Bien qu'il faille privilégier la protection à la source, la nature du travail rend indispensable le port d'EPI. Les EPI de base sont (Werle

1995): gants, bottes, casque, visière ou lunettes de sécurité, protecteurs acoustiques, vêtement protecteur (imperméable). Si la situation l'exige, d'autres EPI peuvent être requis tels: harnais de sécurité, appareil de protection respiratoire (autonome), genouillères, tablier de cuir en cote de maille, protecteur métatarsien, protecteur pour le coup de pied ou guêtres. Ces équipements et leur utilité sont bien décrits dans la littérature.

3.2.2 Normes

La norme canadienne (CAN/CSA-195-M92) ainsi que la norme sur les chaussures de sécurité du bureau de normalisation du Québec (BNQ-120-600 8504-22) sont harmonisées l'une avec l'autre. Elles sont également très proches de la norme américaine (ANSI-Z41-1991) si ce n'est de l'étiquetage. Ces normes décrivent les critères de conception d'une chaussure de sécurité, les critères de performance et les méthodes de tests pour vérifier la résistance de la coquille de sécurité, de la semelle, la conduction électrique et l'accumulation de charge électrostatique.

Il n'existe actuellement aucune norme ou test pour vérifier la résistance d'une botte de sécurité au jet d'eau HP. L'INRS aurait mis sur pied une équipe de recherche oeuvrant sur cet aspect. À ce jour néanmoins, aucun résultat à portée pratique n'a pu être obtenu de l'Institut National de Recherche et de Sécurité.

La norme ASTM-E-1575-93 (ASTM 1993) quant à elle est spécifique au jet d'eau. Toutefois, elle décrit en terme très généraux les critères qu'une botte de sécurité doit rencontrer pour ce type de travail. On insiste sur le fait qu'un protecteur métatarsien serait souhaitable: "A metatarsal guard and leg guards shall be used by the jetting gun operators where there is a reasonable probability of injury that will be prevented by such equipment" (ASTM-E-1575-95, p. 5).

3.2.3 Synthèse des risques décrits dans la littérature

Le Tableau 1 à la page suivante indique les risques principaux associés au travail de nettoyage au jet d'eau HP décrits dans la littérature. Pour chaque risque spécifié, les principales références sont indiquées. Comme ce tableau l'indique, la nature des risques possibles est très variée.

3.3 Accidents de travail

Données de la CSST. Les données de qualité sur les accidents de travail sont difficiles à obtenir pour le nettoyage au jet d'eau HP. Parmi les données obtenues auprès de la CSST, on ne relève aucun accident mortel. Par contre, on recense quelques accidents qui ont évolué vers la chronicité. Ces accidents impliquent des blessures aux membres inférieurs: 1986 à Montréal, un accident au pied; et 1994 à Trois-Rivières, un accident à la cuisse (le travailleur serait toujours en réadaptation). On relève quelques accidents graves comme la perte complète d'un œil, l'amputation d'un orteil.

Tableau 1
Facteurs de risque selon la littérature

Risques liés à l'équipement	
▪	Rupture d'un joint de raccord ou d'un boyau: OPPBTP (1991), French (1986), Krüner (1982), Werle (1995)
▪	Coup de fouet d'un boyau flexible: French (1986), INRS (1993), Werle (1995)
▪	Glace se forme dans les composantes du fusil : French (1986), Lefebvre (1975)
▪	Fusil reste enclenché: Werle (1995)
▪	Fuite parasite dans le circuit haute pression: Werle (1995)
▪	Brûlure par échauffement de la buse, des raccords, etc.: Werle (1995)
▪	Furet change de direction à l'intérieur d'un conduit et revient vers le travailleur: CSAO (1980)
▪	Déplacement imprévu du boyau lors de la mise sous pression: Werle (1995)
▪	Déséquilibre par la force de recul du fusil: OPPBTP (1991), Krüner (1982)
Risques liés aux produits chimiques	
Σ	Intoxication par les produits ou composés souvent complexes: French (1986), Werle (1995), CSAO (1980)
Σ	Brûlure chimique: INRS (1983), Werle (1995)
Σ	Additif dans l'eau (dégraissant): French (1986)
Σ	Accumulation de gaz: OPPBTP (1991), Werle (1995)
Σ	Asphyxie: OPPBTP (1991), Werle (1995)
Σ	Incompatibilité des additifs chimiques avec les boyaux: OPPBTP (1991)
Risques liés à l'environnement physique	
Σ	Exposition au bruit: French (1986), Werle (1995)
Σ	Communications réduites par le bruit, l'éloignement ou l'absence de contact visuel: French (1986)
Σ	Brûlures: INRS (1983), Werle (1995)
Σ	Coupe/lacération/abrasions: Werle (1995)
Σ	Contraintes thermiques, chaleur, épuisement, déshydratation, syncope, froid, engelures, mains engourdis, perte de contrôle du fusil: Werle (1995)
Σ	Espaces confinés: French (1986), CSAO (1980)
Σ	Explosion: AHPWJC (1984)
Σ	Électrocution: OPPBTP (1991), INRS (1983), Werle (1995)
Σ	Exiguïté des lieux de travail (espace restreint): INRS (1983)
Σ	Éclairage faible à nul: French (1986)
Σ	Projection de particules, débris, liquides contaminés, etc.: Werle (1995)
Σ	Glisser/tomber sur une surface glissante, inégale, instable, etc.: French (1986), Werle (1995), CSAO (1980)
Σ	Travail en hauteur, échelle de corde, tour, échafaudage, vent: French (1986)
Risques physiologiques liés à la charge de travail physique	
Σ	Postures contraignantes: Werle (1995)
Σ	Effort physique à fournir important ou excessif: Werle (1995)
Risques liés à la méthode de travail ou à l'individu	
Σ	Projection accidentelle du jet du fusil sur le travailleur: French (1986), Werle (1995)
Σ	Ne sécurise pas le lieu de travail (au milieu d'un chantier en cours): CSAO (1980)
Σ	Niveau d'expérience/formation: INRS (1983), Krüner (1982)
Σ	Vigilance/fatigue (sommeil): French (1986)
Σ	Usage drogue/alcool: French (1986)

Données provenant de deux entreprises importantes du secteur. Rappelons que les données d'accidents présentées ici ont été obtenues de deux grandes entreprises ayant participé à ce projet soit: les Entreprises Philip Inc. et Sani Mobile. Rappelons également que ces deux entreprises ont depuis, été achetées par la firme Onyx. Les données obtenues sont incomplètes parce que les accidents n'y seraient pas tous rapportés selon les personnes qui nous les ont fournies. Notons également, que le système de classification de la CSST ne permet pas de faire ressortir

spécifiquement les accidents associés au travail au jet d'eau HP. L'interprétation des résultats découlant des analyses faites sur les données de la CSST comporte donc des limites.

Les données provenant des deux entreprises comprenaient 71 descriptions d'accidents associés aux travaux de nettoyage au jet d'eau HP de 1986 à 1997. Trois de ces accidents ont entraîné des blessures à deux sites corporels (main et poitrine; bras et abdomen; bras et visage) et un quatrième accident a entraîné des blessures à trois sites (abdomen, cuisse et pied). Ainsi, au total 76 sites corporels ont été blessés suite aux 71 accidents répertoriés. Le Tableau 2 ci-dessous présente une distribution des fréquences pour différents sièges de blessures.

Tableau 2

Siège de la blessures associé au jet d'eau HP

Siège de la blessures	Nombre	Pourcentage
Tête et cou Yeux : 10 (13%) Tête autre que yeux : 15 (20%)	25	33%
Membres inférieurs Jambe, cheville et pied* : 13 (17%) Cuisse et genou : 8 (11%)	21	28%
Membres supérieurs Mains, doigts : 9 (12%) Bras, avant-bras, coudes, poignets, épaules : 8 (10%)	17	22%
Inconnu	4	5%
Dos	3	4%
Système respiratoire	2	3%
Abdomen et poitrine	3	4%
Système digestif	1	1%
TOTAL	76	100%

*Lésions aux jambe, cheville et pied : 5 coupures par l'action du jet; 5 brûlures par acide, caustique ou chaleur intense; et 3 entorses ou foulures.

Une blessure sur trois est à la tête, deux sur sept aux membres inférieurs et une sur cinq aux membres supérieurs. Le tableau 3 montre la distribution de la partie blessée selon le fait accidentel rapporté dans la description de l'accident. Les accidents par projection de matériel apparaissent les plus fréquents. Ceux par contact avec le jet d'eau, par rupture d'un boyau ou d'une valve et par brûlure (chimique ou chaleur) viennent au second rang.

Les blessures par projection ont principalement lieu à la tête ce qui va dans le sens des observations sur le terrain lesquelles montrent que c'est la seule région qui est potentiellement découverte durant le travail soit lorsque la visière est levée. En effet, une analyse plus fine des données d'accidents de travail montre que pratiquement tous les accidents par projection surviennent à la tête et notamment aux yeux (10 accidents sur 16). Les blessures aux pieds sont beaucoup associées au jet d'eau alors que celles aux mains ont des causes relativement variées. Soulignons enfin qu'au delà des 71 accidents décrits jusqu'ici, 10 autres accidents qu'on ne peut

associer directement au travail au jet d'eau HP sont survenus dans les deux entreprises et ont causé des blessures aux pieds.

Tableau 3
Classification du siège de la blessure selon le fait accidentel rapporté

	Inconnu	Yeux, tête, cou	Mains, bras et épaule	Poitrine	Abdomen	Dos	Cuisse et genou	Jambe, cheville, pied	Système digestif	Système respiratoire	Total
Projections	1	15*	1*								16
Frappé par le jet	1	2					2	7			12
Rupture du boyau/valve		2	4*	1*	2***		3**	1**			9
Brûlure chimique, vapeur		2	1				2	3			8
Chute	1		2			2		1			6
Intoxication									1	2	3
Frappé par boyau		1	1				1				3
Tirer, forcer			2			1					3
Coupure			3								3
Écrasement doigts			1								1
Non classé	1	3	2					1			7
Total	4	25	17	1	2	3	8	13	1	2	76/71

* Site double : main et poitrine; bras et abdomen; bras et visage.

** Site triple: abdomen, cuisse et pied.

3.4 Mesure de la fréquence cardiaque

Lors des mesures de la fréquence cardiaque, les trois travailleurs en formation utilisaient le fusil muni d'une buse à balai, deux autres travailleurs ont utilisé le fichoir alors que les 23 autres utilisaient le fusil standard (1 m avec buse "straight cutter"). Les objets nettoyés étaient variés: conduits, tranchées, cale de bateau, réservoirs de tous genres, échangeurs de chaleur et trémie.

Les valeurs brutes de fréquences cardiaque enregistrées durant le travail ont varié de 65 battements par minute (bpm) à 193 bpm. La médiane des valeurs maximales enregistrées pour chaque travailleur est de 145 bpm. Les valeurs moyennes enregistrées pour chacun des 25 sujets ayant effectué un travail réel (trois travailleurs en formation exclus) s'étendaient de 97 bpm à 157 bpm (moyenne: 120, écart-type: 15 bpm) et ce, pour des durées moyennes de travail allant de 16 min à 215 min (moyenne: 85 min, écart-type: 46 min).

Les résultats de fréquence cardiaque ont été transformés en pourcentage du coût cardiaque relatif (CCR) afin de faciliter l'interprétation (Rodgers 1986). Ainsi, les valeurs de CCR moyen ont

varié de 26% à 79% (moyenne: 40%, écart-type: 11%). Il existe une différence significative dans le niveau du CCR selon le niveau d'intensité du travail (facile, moyen, difficile) tel que décrit par les travailleurs ($p < 0.0002$, $F_{2,21} = 12.86$): le niveau de travail facile entraînant un CCR moyen durant le travail de 33%; le niveau de travail moyen, 42% et le niveau de travail dur, 64%. En utilisant les critères d'endurance proposés par Rodgers (1986) ainsi que ceux de Kamon (1982) on trouve que dans 5 cas sur 25, la durée de travail réelle a dépassé largement la durée maximale acceptable de travail. La relation entre la température ambiante mesurée sur les lieux du travail et le CCR moyen est significative ($p < 0.03$, $R^2 = 0.30$).

En ce qui a trait à la charge cardiaque associée au travail, pour 80% des sujets observés la valeur moyenne de l'astreinte était en relation avec le temps travaillé. Par contre, dans 5 cas (20%) la durée de travail en continu était excessive étant donné l'astreinte. Dans de tels cas, le risque d'accumulation de fatigue excessive est présent et élevé ce qui peut conduire à des accidents (Meyer et Flenghi 1995). Dans seulement 8 cas sur 25, le travail au jet d'eau HP aurait été acceptable pour une durée de 8 heures en continu.

Par ailleurs, plus de la moitié des sujets ont eu des pointes de fréquence cardiaque au-delà de la limite sécuritaire de 135 bpm généralement recommandée pour des adultes (Scherrer et coll. 1981). Ces valeurs correspondent à un CCR de 66% ou plus. Dans le cas du travail jugé le plus dur en raison de la température élevée (57 degrés Celsius) qui a été observé, les deux travailleurs ont eu des astreintes excessives: leurs CCR moyens étant respectivement de 48% et 79% et les CCR maximums étant 97% et 109%. De telles valeurs sont clairement au-delà des limites sécuritaires et ce, particulièrement pour des travailleurs de plus de 30 ans, ce qui est le cas ici.

On devrait certainement inciter les travailleurs à échanger leur travail avec leur coéquipier plus fréquemment lorsque les conditions sont difficiles, ceci afin de maintenir le niveau d'astreinte à des niveaux acceptables. Cette approche apparaît la plus réaliste étant donné que les pauses ne sont pas toujours faisables en raison principalement du fait que le temps requis pour se déshabiller et se nettoyer en vue d'une pause est beaucoup trop long. Par contre, le travail de surveillance sans être une pause au vrai sens du terme, constitue néanmoins une période de récupération par rapport au travail au fusil. Cette recommandation qui consiste à prendre des pauses plus fréquentes dans la mesure du possible est d'autant plus importante que les durées de travail observées (lors des mesures de fréquence cardiaque) ont été plus courtes en moyenne (85 minutes) que les durées de travail au HP rapportées par les travailleurs lors des entrevues (125 minutes, voir section suivante).

3.5 Entrevues avec les travailleurs

Dans les lignes qui suivent, les résultats des entrevues sont présentés. Pour chaque thème ou question, le nombre de réponses fournies par les travailleurs varie. Par exemple, à certaines questions les travailleurs peuvent ne pas avoir tous répondu alors que pour d'autres questions où c'était pertinent, un même travailleur peut avoir donné plus d'un énoncé.

3.5.1 Semaine du travail

Vingt et un travailleurs (sur 24) indiquent qu'ils font régulièrement des tâches autres que le nettoyage à haute pression (HP) (ex. pompage à vide, pelletage, basse pression, "roll off",

vapeur, "sand blast", mécanicien, travail manuel). Le nombre maximum d'heures qu'ils sont susceptibles de travailler dans une même semaine est de 78 h (écart-type: 18 h, étendue: 44 à 111 h). Le nombre moyen d'heures par semaine de travail au HP est de 21 h (écart-type: 13 h, étendu: 0 à 50 h). Le travail au HP représenterait environ 42% des heures payées ce qui donne une semaine de travail d'une durée moyenne d'environ 50 heures. Les saisons où le travail au HP est le plus fréquent sont l'été et le printemps, puis l'automne et enfin l'hiver. Les personnes interrogées ont rapporté que le nombre élevé d'heures travaillées par semaine serait attribuable notamment au manque de disponibilité de la main d'oeuvre et aux longues distances qu'il faut souvent parcourir pour se rendre chez le client et en revenir.

Les travailleurs rapportent à 71% prendre 30 minutes pour les repas. Les pauses sont habituellement informelles lorsqu'elles sont prises et varient selon le travail. Par exemple, les travailleurs considèrent que la surveillance pendant que le co-équipier opère le fusil constitue une pause. Une majorité des travailleurs (83%) indiquent qu'ils alternent le travail au HP avec leur co-équipier aux 2 h.

3.5.2 Vision et visibilité au travail

Les travailleurs interrogés rapportent à 30% porter des verres correcteurs. Tous disent avoir des lunettes de sécurité mais ne pas toujours les porter sous la visière à moins que le client ne l'exige. Les raisons rapportées pour ne pas porter les lunettes de sécurité sont le fait qu'elles nuisent à la visibilité particulièrement parce qu'elles s'embuent. Les observations du travail nous ont permis de constater que les travailleurs ne portent jamais de lunettes sous leur visière. C'est donc dire que non seulement ils ne bénéficient pas d'une protection des yeux lorsque la visière est levée, mais en plus, les travailleurs qui nécessitent une correction visuelle ne l'ont pas pour travailler.

Les travailleurs rapportent en majorité ne pas avoir de problème avec les visières bien que certains disent qu'ils doivent la laver souvent et que des enduits anti-buée ou des dispositifs à couches transparentes multiples comme dans la course automobile permettraient une meilleure visibilité. Ils rapportent tous toujours porter leur visière au travail. Soulignons que les observations sur le terrain indiquent que bien qu'ils portent tous leur visière sur le casque, celle-ci n'est pas toujours en fonction (abaissée) et ce, particulièrement lorsque le contrôle visuel est important (voir Figures 8 et 9 par exemple).

Le Tableau 4 décrit la qualité rapportée de l'éclairage et de la visibilité durant le travail au HP: 80% du temps, le niveau d'éclairage est moins que satisfaisant et 93% du temps, la visibilité est moins que satisfaisante.

Tableau 4
Éclairage et visibilité durant le travail

Niveau	Éclairage	Visibilité
Nul	4%	10%
Pauvre	16%	24%
Moyen	60%	59%
Satisfaisant	20%	7%
Excellent	0%	0%

Les travailleurs rapportent à 70% regarder au point d'impact du jet d'eau lors du travail alors que les autres 30% disent garder les yeux fermés. Les travailleurs font état de stratégies variées pour éviter d'envoyer le jet d'eau sur leurs pieds et ainsi se blesser. Sur 19 réponses, 7 sont liées à la posture (ex. "la position de mes bras et du fusil me renseigne"), 4 peuvent être reliées à l'expérience (ex. "ne pas nettoyer près des pieds"), 4 sont liées à la vision (ex. "lorsque voit le jet sous la visière"), 2 sont liées à l'outil (ex. "choisit fusil assez long"), 1 travailleur se fie au bruit du jet lorsqu'il approche et enfin, 1 autre travailleur ne sait pas.

3.5.3 Organisation du travail et sécurité

Le travail à faire chez un client n'est pas toujours bien connu des travailleurs lorsqu'ils partent chez le client. Sur 37 énoncés de réponse, 10 énoncés indiquent que sur le billet de travail qu'on remet au travailleur avant de partir, figurent le nom du client et ce qu'il faut faire en gros. Seize réponses indiquent que les travailleurs savent le travail à faire lorsque celui-ci a déjà été fait chez le client (le billet est donc informatif à ce sujet). Trois énoncés de réponse indiquent que les travailleurs savent tout ce qu'il y a à savoir alors que 6 énoncés indiquent que les informations sont insuffisantes. Deux énoncés indiquent que les vendeurs ne connaissent pas le travail qu'ils vendent. Les surprises en arrivant sur les lieux du travail sont très fréquentes (20 réponses sur 22). Les surprises les plus fréquentes seraient un travail plus long que prévu (6 réponses sur 25); le travail ou le produit est différent de ce qui était anticipé (10 réponses sur 25); il manque d'équipement, d'ÉPI ou il faut se réajuster/improviser (9 réponses sur 25).

Ces résultats indiquent que si le client est nouveau, alors les travailleurs n'ont pas d'information sur le travail qu'ils s'en vont faire chez le client. La connaissance du client et donc, l'expérience passée chez le client est importante pour anticiper le travail à réaliser. Malgré l'expérience, les surprises sont fréquentes et sont telles qu'elles peuvent facilement compromettre la sécurité des travailleurs (contrainte de temps, méconnaissance des produits, manque d'équipement nécessaire). Il apparaît que les informations minimales nécessaires pour permettre aux travailleurs de réaliser leur travail dans les temps et en toute sécurité ne soient pas toujours transmises par celui qui les obtient du client, soit le vendeur de l'entreprise de nettoyage (celui qui obtient le contrat du client).

Tous les travailleurs rapportent avoir suivi une formation sur le SIMDUT cependant, 10 rapportent s'en servir rarement, 9 à l'occasion et 4 souvent ou toujours. Cette formation permettrait aux travailleurs de savoir si le client a bien identifié le produit à nettoyer et également, elle servirait pour les travaux de pompage et de transport. Une majorité de travailleurs (79%) rapportent avoir suivi une formation sur le travail en espace clos. Un nombre plus grand (88%) affirment que les principes issus de cette formation ou appris sur le tas pour certains, sont utiles dans leur travail. Douze travailleurs indiquent qu'ils établissent un périmètre de sécurité autour des lieux de travail souvent à toujours alors que 9 disent le faire la moitié du temps ou parfois. Il semble que cet aspect soit beaucoup lié au client qui peut décider de le faire lui-même ou l'interdire pour ne pas que cela attire les curieux.

Une majorité (58%) de travailleurs indiquent ne pas avoir reçu ou ne pas savoir s'il ont reçu une formation sur les ÉPI. Les équipements que les travailleurs indiquent toujours porter sont: casque, visière, bouchons, imperméable, gants, bottes. Les équipements qu'ils indiquent porter à l'occasion sont: masque, air médical, harnais, genouillères.

3.5.4 Environnement de travail

Le Tableau 5 qui suit indique l'évaluation faite sur une échelle de 1 à 5 du risque de blessure aux pieds (1 = pas dangereux, 5 = très dangereux) et de la fréquence du travail (1 = pas fréquent, 5 = très fréquent) pour certains espaces clos. Les valeurs moyennes (tous les sujets) sont indiquées.

Tableau 5

Niveau de risque pour les pieds et fréquence du travail pour certains espaces clos

	Risque	Fréquence
Bouilloire	1.5	2.6
Évaporateur	2.0	2.7
Conteneur	2.1	2.5
Silo	2.8	2.2
Réservoir souterrain	3.0	2.8
Tour (ex. de fractionnement)	3.3	2.3
Petit réservoir	3.4	2.4

Le travail au HP dans les espaces clos comporte un niveau de risque perçu comme moyen à faible pour les pieds et il s'y fait à une fréquence moyenne à faible. Les tours et les petits réservoirs sont perçus comme les plus dangereux parce qu'ils impliquent l'usage du fusil court dans un endroit restreint et qu'il faut entre autres nettoyer au niveau du plancher dans ces espaces donc près des pieds. Également, les petits réservoirs ont souvent un plancher arrondi (ex. camions citernes) et glissant (ex. bunker ou plancher recouvert d'un matériau glissant comme la fibre de verre) rendant le travail plus difficile et plus risqué. Les deux tiers des travailleurs indiquent que le fusil court est le plus dangereux pour les pieds.

Un tiers des travailleurs rapportent travailler en hauteur souvent alors que 46% disent que ce travail est occasionnel. Lorsque interrogés sur la hauteur de travail, ceux-ci indiquent qu'elle varie entre 5 et 106 m, la moyenne sur 24 réponses étant 50 m. Les endroits où le travail au HP se fait en hauteur sont variés: ponts, toits, tours, échafaudages, cales de bateaux.

Le Tableau 6 indique la fréquence moyenne (1 = peu fréquent, 5 = très fréquent) de différentes surfaces utilisées pour le travail, rapportée par les 24 travailleurs. Comme on pouvait s'y attendre, les planchers glissants, inégaux ou recouverts de produits sont perçus comme relativement fréquents. Les travailleurs énumèrent les installations suivantes comme offrant un accès difficile avec les équipements de HP: bouilloire, conduits, petits trous d'homme, tours, réservoirs, cale de bateau, échafaudage.

Les travailleurs rapportent à 50% travailler souvent à la chaleur et à 25% travailler parfois à la chaleur. Le travail à la chaleur est considéré comme pénible par 63% d'entre eux et comme très pénible par 25%. Les endroits les plus pénibles où se fait du travail à la chaleur sont: évaporateur, bouilloire, polyréacteur, four, tour, réservoir de bunker, réservoir caustique, bitumoir, incinérateur, secteur des pâtes et papiers, usine de traitement d'eau. La chaleur peut provenir soit du fait que les installations ne sont pas toujours complètement refroidies lorsque le

travail au HP débute ou du fait que le travail se fait en espace clos où la ventilation est déficiente et l'humidité ambiante élevée ce qui rend l'évacuation de la chaleur corporelle difficile. La combinaison de ces deux conditions seraient relativement fréquente selon les travailleurs.

Tableau 6
Fréquence de travail sur différentes surfaces

Type de surface	Fréquence moyenne (1 = peu fréquent, 5 = très fréquent)
Escabeau	1.3
Échelle traditionnelle	2.0
Échelle de corde	2.1
Plate-forme	2.2
Nacelle	2.3
Escalier	2.5
Surface en pente	3.0
Échafaudage	3.0
Surface inégale	3.2
Espace restreint	3.5
Plancher glissant	3.6
Surface recouverte de produits	4.2

En ce qui a trait au travail au froid, les travailleurs rapportent à 48% qu'il est fréquent. Trente pourcent d'entre eux considèrent que le travail au froid est très pénible ou extrêmement pénible alors que 33% le considèrent pénible et 21%, peu pénible. Parmi les endroits où le travail au froid est le plus pénible, on compte l'extérieur et particulièrement près d'un cours d'eau, les bateaux et le travail en hauteur.

Une majorité de travailleurs (70%) indiquent que le bruit est toujours présent alors que les autres disent que le bruit est présent souvent. La fatigue quant à elle, rend le travail pénible pour 58% des travailleurs interrogés et très pénible pour 21 % d'entre eux. Les risques électriques seraient présents parfois selon 66% des travailleurs et la moitié du temps selon 25% d'entre eux.

3.5.5 Sources d'incidents et accidents

Les travailleurs indiquent à 42% que la vérification des équipements est laissée à l'opérateur et se fait de façon informelle. Un peu plus du quart d'entre eux (29%) indiquent qu'ils vérifient l'état de l'équipement avant de commencer le travail alors que 13% indiquent le faire lors de l'installation du matériel et au moment de le ramasser après le travail. Un travailleur indique qu'il fait la vérification pendant le travail. Le quart d'entre eux indiquent que la vérification consiste en un examen visuel. Trois travailleurs indiquent que la vérification se fait en montant la pression graduellement.

Une majorité de travailleurs (71%) indiquent qu'ils sont alertés d'un danger potentiel de façon visuelle que ce soit par une fuite ou par du matériel endommagé (ex. boyau plein de bosses, ayant des broches qui sortent, faisant un "kink", qui suinte). D'autres signes moins fréquents

sont: du bruit, une vibration, de l'usure, un manque de pression d'eau, des dispositifs de couplage usés ou détériorés, le fusil qui reste enclenché. Lorsque interrogés sur les conséquences faisant suite à ces signaux, les travailleurs répondent différentes choses: boyau qui éclate (71%), dispositif de couplage qui lâche (54%) ou une buse qui fissure (17%). Plusieurs travailleurs indiquent avoir connaissance de tels incidents durant leur travail et les parties du corps les plus à risque en rapport avec les bris d'équipement sont: les mains (58%), le visage (38%), le corps entier (38%) et les yeux (5%).

En ce qui a trait aux chutes ou aux pertes d'équilibre 67% des travailleurs rapportent que ça leur arrive parfois et 8%, souvent. Par contre, 25% indiquent que c'est rare ou que ça n'arrive jamais.

Les communications entre les deux travailleurs se font de différentes façons mais principalement par des signes (79%) ou un contact visuel quelconque (37%). Un tiers des travailleurs rapportent se crier pour communiquer ou se fier à différents sons et bruits (37%). La radio serait utilisée par 8% des travailleurs. D'autres moyens comme le mouvement des boyaux, les changements de pression dans l'alimentation seraient aussi utilisés comme moyens de communication. Une majorité de travailleurs (58%) indiquent que la communication a causé des problèmes à au moins une occasion alors que 30% indiquent que la communication ne leur a jamais causé de problèmes.

3.5.6 Commentaires sur les bottes de sécurité

Le Tableau 7 donne les principales qualités et défauts rapportés par les travailleurs ou la direction pour certains modèles de bottes qu'ils utilisent ou ont utilisés. Les caractéristiques désirables rapportées par les travailleurs d'une botte de sécurité pour le travail au HP sont: légère, flexible, antidérapante, haute (sous le genou), de couleur voyante (orangé ou jaune), résistante aux produits chimiques et évidemment, offrant une protection de tout le pied contre le jet d'eau HP (bout, coup de pied, côtés). Également, la botte doit permettre d'utiliser un feutre ou un bottillon en hiver et ne pas comporter de pièce métallique apparente qui pourrait faire des étincelles.

Des membres du comité aviseur de notre étude (cadres d'entreprises et travailleurs) ont rapporté qu'ils avaient soumis les bottes du Tableau 7 à un test sommaire de résistance au jet d'eau sous haute pression (pression d'opération d'environ 10000 psi). Ce test a été réalisé avant le début de notre étude. Dans ce test, des travailleurs auraient fait une passe unique du jet ("straight cutter") sur la botte comme cela pourrait se produire accidentellement au travail lors d'un mouvement du fusil. Une seule botte aurait résisté à ce test: Kaufman Black Diamond modèle Deflector. Ce modèle n'est plus disponible sur le marché et l'entreprise n'a pas l'intention de la remplacer par un autre modèle équivalent. Pour les autres modèles décrits au Tableau 7, le bout de la botte (le cap d'acier) résiste au jet de même que la région du métatarse dans certains cas. Par contre, le reste de la botte, particulièrement le dessus du pied et le côté n'offrent aucune protection.

Il existe une incompatibilité entre les caractéristiques désirables. Par exemple, pour offrir une protection contre le jet pour tout le pied, il semble qu'il faille l'enfermer dans une coquille rigide. La conséquence est une botte rigide qui ne permet aucune flexion ce qui la rend inconfortable et inutilisable dans les endroits où la posture est contraignante en raison de l'exiguïté des lieux de travail. Également, l'usage d'une botte rigide rend le maintien de l'équilibre plus difficile comme

par exemple lorsque le sol est glissant (ex. réservoir de bunker). Selon les travailleurs, la rigidité de la botte la rend glissante dans certains environnements. Il apparaît donc que des travaux de recherche soient nécessaires afin d'offrir une botte offrant une protection complète du pied et qui soit en même temps relativement flexible et légère.

Tableau 7

Qualités et défauts rapportés pour certains modèles de bottes de sécurité

Marque et modèle	Qualités	Défauts
Chameau (Modèle de botte de France) Cette botte n'est pas utilisée par les travailleurs	Résiste aux produits chimiques Confortable, Flexible Bonne hauteur Couleur voyante Semelle anti-dérapante Bons renforts (métatarses et talon)	Ne résiste pas au jet (sauf au cap acier) Col de jambe trop étroit Gamme de pointures trop petite
Acton international: modèle Metarib Note: cette botte est exigée par certains clients et elle est utilisée par les travailleurs rencontrés	Protection métatarsienne flexible intégrée Bons renforts jusqu'au tibia	Ne résiste pas au jet (coup de pied et côtés) Aucune portion de couleur voyante (toute noire) Trop rigide Lourde Inconfortable
Kaufman Canada: modèle Rocky (botte de mineur caractérisée par la présence de deux arceaux pour protéger le pied contre les chutes de roches)	Bout de la botte de couleur voyante Bon renfort (métatarses)	Ne résiste pas au jet entre les arceaux
Kaufman Canada (ressemble beaucoup à une botte de pompiers)		Ne résiste pas au jet (partout sur la botte) Aucune portion de couleur voyante (toute noire)
Kaufman Canada: modèle Deflector Note: botte renforcée à la fibre de verre (type coquille pour le pied), le manufacturier ne fabrique plus cette botte: elle est disponible jusqu'à écoulement des stocks	Résiste au jet d'eau (partout sous le niveau de la cheville) Col de jambe ajustable Tout le pied est d'une couleur voyante (orangé)	Inconfortable (rigide, pas de flexion au métatarse) Pas pratique dans les espaces restreints Ne résiste pas aux produits chimiques Glissante
Kaufman Canada: Metaflex (botte de mineurs, très utilisée) Note: cette botte comprend un bouclier protégeant le dessus du pied contre les chutes de roche lequel est surélevé pour permettre la flexion au métatarse	Bons renforts au métatarse Confort relativement bon	Résiste au jet au niveau du bouclier mais pas ailleurs (coup de pied, côtés) Encombrante Aucune portion de couleur voyante
Nokia (botte de bûcherons)	Bonne hauteur, Flexible Couleur voyante Relativement confortable avec un feutre	Ne résiste pas au jet Se dilate à la chaleur (ce qui peut la rendre inconfortable)

Il existe sur le marché des accessoires de protection qu'on peut fixer sur la botte et le bas de la jambe afin de protéger complètement le pied du jet d'eau. Ces accessoires s'apparentent à une armure ou une guêtre et résistent au jet d'eau HP. Lorsqu'ils sont fait de Kevlar ils offrent une certaine flexibilité ce qui est moins le cas pour ceux faits de métal. Les travailleurs jugent ces équipements encombrants et impossibles à utiliser pour certains travaux. Ils disent ne pas les utiliser. Par ailleurs ces équipements n'ont jamais fait l'objet d'essais rigoureux sur le terrain: tout au plus, les travailleurs disent en avoir essayé un modèle une fois. De façon générale, ces accessoires de par leur conception offrent une bonne protection de tout le pied et du bas de la jambe. Ces accessoires sont présentés à la section 3.8.2

3.6 Description du travail quotidien

Au total, 76 feuilles ont été remplies par 97 travailleurs des entreprises participant au projet de recherche. Sur 13 feuilles, ne figurent qu'un seul nom alors que dans 67 cas, l'équipe comporte deux noms et dans 6 cas, l'équipe est composée de trois personnes. La composition des équipes varie presque d'une feuille à l'autre ce qui signifie que les équipes ne sont pas stables. Sur les 76 feuilles, 3 ne comportant qu'un seul nom ont dû être totalement éliminées du sommaire des résultats car elles n'avaient pas été remplies selon les instructions données. Lorsque seulement un ou deux items semblaient avoir été mal compris, seuls ceux-ci étaient éliminés mais le reste de la feuille était tout de même considéré dans la compilation des résultats.

Les travailleurs rapportent à 76% que les travaux ont débuté entre 6:30 et 9:30 le matin et selon les données fournies, la durée moyenne de la journée de travail a été légèrement supérieure à 8 h. Les endroits où le travail de nettoyage a été réalisé sont aussi variés que nombreux (ex. puits d'accès, réservoirs de tous genres, échangeurs, citernes, convoyeurs aériens, planchers, chambres à peinture, éventails, rouleaux, cheminées, wagon, dépoussiéreurs, etc.). Les produits nettoyés sont également très variés. Les travailleurs ont rapporté 34 produits différents dont les produits pétroliers (14%), les boues (15%) et les acides (17%) semblent être les plus fréquents.

La pression d'eau utilisée pour ces travaux de nettoyage variaient de 2 000 à 15 000 psi (moyenne: 8 000 psi) alors que les débits variaient entre 23 et 160 li/min (moyenne de 90 li/min, ou 5 à 35 gal/min). Les travailleurs indiquent que le fusil moyen ou standard est de loin le plus utilisé (75% des répondants). Le fusil court vient en second (16%) alors que le fusil long a été relativement peu utilisé (10%). La buse "straight cutter" a été utilisée une fois sur deux.

Les travailleurs ont indiqué travailler dans un espace confiné (ou espace clos) dans 55% des cas et dans un espace restreint (où la liberté de mouvement est limitée) dans 50% des cas. Les travailleurs indiquent 26 types de surfaces sur lesquelles leur travail se déroule dont les plus fréquentes sont les surfaces glissantes ou inégales. Les travailleurs rapportent également recourir aux échelles dans au moins 20% des cas pour avoir accès à la zone de travail.

Les 18 types de risques peuvent être divisés en 4 groupes selon les évaluations fournies par les travailleurs (sur une échelle à 5 niveaux; voir section 2.4.5). Le premier groupe inclut les deux types de risques perçus comme étant les plus importants: glisser ou tomber et la faible visibilité durant le travail. Le second groupe inclut 3 types de risques soit, la perte d'équilibre, le fait que l'espace où se fait le travail est restreint et la présence de produits chimiques. Un troisième groupe de risques comprend le fait de ne pas voir ses pieds durant le travail, le froid/gel, la

chaleur élevée et le travail en hauteur. Enfin, dans le quatrième groupe on retrouve 7 autres types de risques jugés beaucoup moins importants.

Les travailleurs ont formulé un ensemble de commentaires précisant leur évaluation des risques en relation avec le travail effectué. Il est impossible de rapporter ici ces résultats.

3.7 Synthèse des risques observés

Le Tableau 8 décrit un ensemble de facteurs de risques et de situations présentant des risques observés sur les lieux du travail. Une catégorie de risques a été ajoutée (par rapport à la revue de la littérature): les risques liés à l'organisation du travail et à la culture du milieu. Soulignons que pour la majorité des risques de cette catégorie, tant l'entreprise que son client en partageant la responsabilité.

Tableau 8
Facteurs de risque et situations à risques observés

Risques liés à l'équipement	
Σ	Désuétude des équipements: signes évidents de vieillissement de certains équipements (camion, boyau, fusil etc.).
Σ	Clenche du fusil courbée vers l'extérieur: prise plus difficile si la main est petite (fusil endommagé ou possiblement modifié par les travailleurs).
Σ	Utilisation d'une broche pour garder le fusil toujours enclenché: le travailleur plaçait la broche juste au bout, prétendant qu'en cas de perte d'équilibre, elle se décrocherait. Cette pratique apparaît extrêmement risquée.
Σ	Pas de partie colorée ou de gaine métallique du furet, près de la buse: le travailleur qui fait du nettoyage au furet ne sait pas si la buse est proche de ses mains lorsqu'il retire le boyau.
Σ	Pas de garde ou de déflecteur derrière la buse: danger de projection sur les mains. Ceci pourrait toutefois empêcher la buse de passer dans des tuyaux courbés.
Σ	Le boyau flexible d'alimentation est utilisé comme épaulière: risque important de rupture après usage prolongé puisque le boyau est constamment courbé à près de 90 degrés (voir Figure 8, 9 ou 10).
Σ	Pas de courroie de sécurité entre les raccords de boyau: observé une seule fois.
Σ	Fuite d'un joint d'étanchéité (O-Ring): les travailleurs n'arrêtent pas de travailler même si l'équipement fuit.
Σ	Visière très souvent levée: travaillent très souvent sans protection des yeux ou du visage à cause du manque de visibilité.
Σ	Ne portent pas de verres correcteurs sous la visière: les travailleurs myopes voient encore plus mal en plus du salissement de la visière (les lunettes finissent par se salir et s'embuer ce qui nuit à la visibilité).
Σ	Pas de lunettes de sécurité sous la visière car la buée se formerait rapidement. Si le client exige le port, l'opérateur enlève les vitres de ses lunettes et porte la monture.
Risques liés aux produits chimiques	
Σ	Protection respiratoire rarement utilisée ex. brouillard d'huile, vapeur d'acide, contaminants chimiques inconnus: l'effet cumulatif à long terme de l'exposition représente un risque non négligeable de maladies professionnelles.
Σ	Impossibilité d'utiliser l'équipement de respiration autonome: parce que l'endroit est trop exigu.
Σ	Installations sanitaires pour se laver les mains avant de fumer et/ou manger ne sont pas toujours disponibles: fument sans se laver les mains.
Σ	Pas d'instrument pour mesurer le gaz: souvent, se fient entièrement aux tests faits par le client. Pas de test en continu.
Σ	Manque d'information sur la nature des produits chimiques: le bon de travail donne très peu d'information et les fiches signalétiques ne sont pas utilisées.
Risques liés à l'environnement	
Σ	Aucune communication entre les travailleurs en espace clos: pas de radio, pas de contact visuel. Éloignement parfois important.
Σ	Travaillent souvent les yeux fermés: ils lèvent la visière, ferment les yeux et baissent la tête.

Tableau 8 (suite)
Facteurs de risque et situations à risques observés

Risques liés à la méthode de travail ou à l'individu	
Σ	Contrôle du furet par un travailleur autre que celui qui commande la pédale: une erreur de communication est très possible d'autant plus qu'ils utilisent "OK" pour partir le jet et "OK" pour arrêter.
Σ	Longueur du fusil souvent trop courte par choix: plus le travailleur choisit un fusil court, plus il est à risque. Les travailleurs choisissent très rarement un fusil long (5 pi), lequel offre un maximum de sécurité pour les pieds en particulier.
Σ	Fatigue excessive des travailleurs: le travailleur avait sorti tard la veille et avait dormi seulement 2 heures durant la nuit.
Risques liés à l'organisation du travail et à la culture du milieu	
Σ	Pas de pré-visite des lieux de travail pour identifier les facteurs de risque: découvrent les surprises sur les lieux mêmes.
Σ	Manque d'équipement de protection personnelle: non disponible ou non prévu pour un travail qui le nécessite.
Σ	Le droit de refus soit de la part d'un travailleur ou de l'entreprise de nettoyage est une notion théorique dans ce secteur. En pratique, ce droit ne peut être exercé: si l'entreprise ou le travailleur refuse d'exécuter le travail, il se trouvera quelqu'un d'autre pour le faire.
Σ	Assignation déficiente des travailleurs aux travaux à exécuter (ex. assigner deux travailleurs mesurant 1.94 m ou 6'4" dans un endroit exigü). Les deux travailleurs nettoyaient le fond d'une immense citerne de produits pétroliers dont le plafond était à 1.22 m ou 4 pi de hauteur. Le travail a duré deux jours.
Σ	Formation/intérêt des vendeurs des entreprises de nettoyage: les vendeurs ne connaissent pas les exigences réelles du travail.
Σ	Pas de code d'éthique/réglementation dans l'industrie: la règle du plus bas soumissionnaire s'applique.
Σ	Règles de sécurité relative aux espaces clos peu suivies: les équipements ne sont pas toujours disponibles.
Σ	Bottes de sécurité fournies par les employeurs: parfois bas de gamme.
Σ	Grue déplace un échangeur au-dessus d'un opérateur au travail: on n'a pas avisé le travailleur de cesser de nettoyer pendant ces manoeuvres. C'est l'opérateur de la grue qui décide où placer l'échangeur: il a refusé de le déposer quelques mètres plus loin pour faciliter le travail de nettoyage de l'opérateur à sa demande.
Σ	Le client ferme son réacteur à la dernière minute avant le nettoyage (temps de refroidissement insuffisant): l'endroit où se fait le nettoyage peut facilement avoir une température ambiante de 65 degrés C (150 degrés F) lorsque le travailleur y pénètre pour débiter son travail de nettoyage.
Σ	Il semble exister une certaine culture du risque chez les travailleurs de ce secteur: c'est normal pour eux d'être toujours en danger. Également, on constate un genre de résignation des travailleurs par rapport aux risques inhérents à certains aspects de leurs tâches.
Σ	Pas de dispositif de rinçage oculaire dans les troussees de premiers soins ou douches oculaires non fonctionnelles chez le client: un travailleur ayant reçu de l'acide dans les yeux a pris 10 minutes pour se rendre au service médical de l'entreprise, sans irrigation des yeux.
Σ	Tolérance de la gestion sur les manquements au port d'EPI: le contremaître n'arrête pas le travailleur qui ne porte pas un équipement de protection respiratoire (ex: brouillard d'huile à chauffage pendant 30 minutes).
Σ	Les procédures de cadenassage ne sont pas systématiquement appliquées: les travailleurs n'ont pas de cadenas eux-mêmes.
Σ	Pas d'affiche/ruban jaune pour sécuriser les lieux: ne prennent pas nécessairement le temps de le faire.
Σ	Peu ou pas de planification du travail: retard et perte de temps importants.
Σ	Le client exige de recycler l'eau: l'eau du "muffler" pour laver la visière n'est plus disponible ce qui affecte la visibilité.

3.8 Cahier des charges en ce qui a trait au choix d'une botte de sécurité et résultats des recherches auprès des fournisseurs

3.8.1 Critères de sélection des bottes de sécurité

À partir de la littérature (normes, littérature scientifique et générale), des observations sur le terrain (observations du travail, entrevues avec des travailleurs) et des discussions avec des experts du domaine (entrevues avec différents fournisseurs de bottes de sécurité, conversations avec un représentant expert en bottes de sécurité de CSA International), une liste des risques auxquels les travailleurs sont exposés a d'abord été établie (Tableaux 1 et 8). De celle-ci, ont été extraits des critères de sélection pour les bottes de sécurité devant être utilisées pour le travail de nettoyage au jet d'eau HP. La liste finale des critères a ensuite été traduite en anglais après avoir été approuvée par les membres du Comité aviseur du projet. Cette liste est présentée au Tableau 9.

Tableau 9

Critères de sécurité retenus pour la sélection de bottes de sécurité

Généralités: - Conformes à la norme sur les chaussures de protection CAN/CSA-Z195-M92) Grade 1 - Qualité industrielle (« heavy duty ») - Imperméables (100%) - Résistantes aux produits chimiques (caustique, acide, produits pétroliers, etc.) - Résistance à la chaleur et au froid (isolation thermique) - Confortables - Flexibles pour marcher et s'accroupir - Visibles en milieu peu éclairé (couleur vive ou fluorescente) - Pointures disponibles (hommes): 6 à 14 - Hauteur minimum: 14 pouces - Ne produisent pas d'étincelles - Embout d'acier (CAN/CSA grade 1) - Légères - Pas de lacet
Semelle: - Résistante aux perforations de la semelle d'acier (CAN/CSA grade 1) - Cambrion d'acier - Haute adhérence (Anti-glissante sur des surfaces huileuses ou mouillées) - Résistante à la corrosion - Résistante à la chaleur - Semelle intérieure absorbante
Protection du pied: Protecteur métatarsien et si possible du dessus du pied: Procure une protection contre un jet d'eau à une pression de 8000 à 10,000 psi)

Les lignes qui suivent décrivent chacun des critères retenus.

Conformité à la norme CAN/CSA-Z195-M92. La norme canadienne sur les bottes de sécurité (CSA 1992) fait presque office de la loi auprès des manufacturiers. Un important manufacturier nous a mentionné qu'il était impensable de fabriquer des modèles de bottes ne respectant pas cette norme. Or, en ce qui a trait au protecteur métatarsien, la norme exige: « The metatarsal

protector shall be an integral part of the foot wear ». Toutes les bottes que nous avons pu trouver sur le marché respectent cette exigence. Si le protecteur métatarsien fait partie intégrante de la botte, il doit nécessairement être flexible pour permettre à l'utilisateur de marcher. Or, cette flexibilité est actuellement obtenue en utilisant des matériaux et des technologies ne résistant pas au jet HP. La solution consiste à offrir une botte rigide au niveau du métatarse (ex. modèles Deflector ou Metarib de Kaufman Canada). Par ailleurs, si le protecteur prend la forme d'une languette fixée à l'embout d'acier et se prolongeant au-dessus du pied (ex. modèle Metaflex de Kaufman Canada), alors la botte peut avoir une certaine flexibilité cependant les côtés de pied ne sont pas protégés. De plus, ce type de languette crée un interstice dans lequel les boues et autres matières peuvent facilement s'accumuler lorsque les travailleurs ont les pieds submergés ce qui ajoute du poids aux bottes et rend les déplacements plus difficiles.

Tant que cette exigence persistera dans la norme, il sera impossible pour le manufacturier d'intégrer à la botte une protection complète au niveau du métatarse qui soit à la fois flexible et qui résistera à un jet d'eau HP (10,000 pi. et plus): il y a donc incompatibilité entre deux critères dans la mesure où on tente de respecter la norme.

Qualité industrielle (« heavy duty »). Ce critère est incontournable lorsque l'on considère la très grande variabilité des conditions auxquelles ces bottes sont soumises en milieu industriel : produits chimiques, terrain inégal, glissant, etc. (Bell 1995).

Imperméables (100%). Le travail est constamment effectué avec les pieds dans l'eau ou submergés dans différents liquides ou boues (ex. Figure 8). L'étanchéité et l'imperméabilité totales sont essentielles (Anonyme 1989a).

Résistance aux produits chimiques. Les produits à nettoyer sont très souvent des résidus chimiques industriels variés. La botte doit donc résister aux agressions de ces produits : caustique, produits pétroliers, peinture, etc. Autant la semelle que la chaussure doivent résister aux bases, acides ou huiles (Anonyme 1989a).

Résistance à la chaleur et au froid. Ce critère fait référence au besoin d'une isolation thermique. En effet, le travail se fait été comme hiver et le besoin de confort thermique est impératif pour les travailleurs (Anonyme 1989a).

Confortable. Les travailleurs sont à peu près tous unanimes pour dire qu'une botte confortable est essentielle, surtout en considérant le fait qu'ils peuvent porter ces bottes pendant de très longues périodes (6 à 18 heures). Ce critère subjectif de confort vient souvent en contradiction avec le besoin de sécurité. Ainsi, plus une botte est rigide et comporte de la protection au niveau du dessus du pied, plus celle-ci devient inconfortable. Au niveau des manufacturiers, à peu près tous les fabricants qualifieront leurs bottes comme étant confortables ce qui est évidemment variable d'un modèle à l'autre et souvent en désaccord avec ce que les travailleurs pensent.

Flexible pour marcher ou s'accroupir. Les travailleurs nous ont clairement signifié leur besoin d'une botte flexible. Ils doivent se déplacer en toutes sortes d'endroits : monter ou descendre des échelles, terrain en pente, terrain inégal, etc. Ils doivent adopter toutes sortes de postures accroupies ou agenouillées pour parvenir à pénétrer ou à travailler dans des endroits restreints.

Une botte ayant la rigidité d'une botte de ski serait sans doute plus résistante au jet d'eau mais sa rigidité la rendrait inutilisable pour ce genre de travail.

Visible en milieu peu éclairé. Les endroits à nettoyer sont souvent sombres et les pieds souvent submergés dans des liquides opaques (eau sale, huile, peinture, etc.). Une botte voyante permet au travailleur de mieux voir ses pieds surtout dans les endroits restreints où le jet d'eau peut s'approcher très près des pieds (Bell 1995).

Pointures disponibles. Afin de déterminer la gamme de pointures souhaitable, nous avons consulté une série de catalogues de bottes de sécurité pour avoir une idée des tailles généralement disponibles (Best Company, 1991; Ackland Granger, 1999; ISECO 1999, Royer inc. 1999; Lab. Safety Supply 1998; Levitt Sécurité Limitée 2000 et MSA 2000). De plus, lors des entrevues avec les travailleurs, plusieurs ont mentionné que les grandes pointures sont nécessaires parce que l'hiver les gens insèrent un bottillon ou un feutre dans leurs bottes.

Nous avons retenu les pointures de 6 à 14 bien que la norme du Bureau de normalisation du Québec recommande des pointures de 6 à 12 (BNQ 1985).

Hauteur minimum : 36 cm (14 po). Les bottes offertes dans les catalogues ont une hauteur variant entre 36 à 43 cm (14 à 17 po) et plus de hauteur. Certains auteurs recommandent des bottes hautes soit 43 cm (17 po) et plus (Bell 1995). Encore ici, les travailleurs nous ont exprimé clairement le besoin d'une botte haute car les niveaux de liquide dans lesquels ils ont les pieds submergés sont souvent élevés (ex. Figure 8). Les travailleurs ont également exprimé leur appréciation face aux modèles de bottes dont l'encolure est grande pour faciliter l'entrée et la sortie de pied des bottes. Afin de ne pas être trop exigeant pour les manufacturiers, nous avons retenu le critère de 36 cm (14 po) de hauteur au minimum.

Pas d'étincelles. Ce besoin est impératif dans la mesure où la présence d'un gaz explosif est toujours possible dans l'environnement de travail (Anonyme 1989a). La botte ne doit donc pas comporter de clous ou vis ou autres matériaux conducteurs d'électricité pour la fixation de la semelle ou du talon (CSA 1992).

Embout d'acier (CSA 5.2 et ANSI 1.4.5). La norme CSA sur les bottes de sécurité (CSA 1992) prévoit 3 niveaux de résistance aux chocs pour l'embout d'acier. Nous avons retenu la protection maximale au niveau de ce protecteur soit le grade 1.

Légères. Ce critère subjectif est également une demande de plusieurs travailleurs. En effet, ils doivent porter les bottes pendant de longues heures et le poids des bottes vient s'ajouter au poids de l'ensemble des équipements de protection de même qu'à la pénibilité du travail. Une botte légère réfère donc à un critère de confort et de diminution de la fatigue pour les travailleurs. À titre d'exemple, la botte Kaufman Canada - modèle Deflector (celle qui résiste assez bien au jet d'eau mais pas aux produits chimiques) a une masse d'environ 1.3 kg (une botte de pointure 9) alors que la Nokia pèse 1.4 kg. La botte Acton International modèle Metarib est considérée comme lourde par certains travailleurs bien qu'elle ne pèse que 1.2 kg (voir Tableau 7).

Pas de lacets. Les lacets peuvent rapidement se détériorer notamment au contact avec les produits chimiques. De plus, l'utilisation de lacets pour fermer une ouverture sur une botte n'offre pas une étanchéité complète.

Résistant à la perforation de la semelle (CSA 4.2.1 et 5.3). Compte tenu des risques potentiels de perforation de la semelle, nous avons retenu le critère le plus sévère de la norme canadienne (CSA 1992) soit le grade 1.

Cambrion d'acier. Le cambrion d'acier est généralement utile pour les travailleurs qui doivent travailler debout dans une échelle. Cette pièce de métal donne une rigidité de la semelle en avant du talon de la botte pour supporter la voûte plantaire. Il permet de demeurer plus longtemps debout dans une échelle sans inconfort au niveau des pieds. Les travailleurs qui font du nettoyage industriel travaillent rarement dans une échelle. Toutefois, ils y montent ou en descendent fréquemment en transportant leurs équipements (ex. accès à un cale de bateau). Également, ils doivent souvent travailler debout sur des surfaces inégales : petits tuyaux, vis sans fin, structures métalliques, etc. Le cambrion est donc une nécessité pour eux.

Haute adhérence. Le type de surfaces glissantes sur lesquelles le nettoyage au jet d'eau HP est très variable allant des surfaces mouillées à huileuses ou très glissantes comme la peinture ou la pâte de papier. Il est probablement impossible de trouver une semelle totalement anti-dérapante pour tous les types de surfaces glissantes auxquelles sont exposés les travailleurs de cette industrie. Les semelles en polyuréthane appelées T66 ont été testées et offrent une excellente adhérence sur une surface huileuse (Manning et Jones 1994). Les semelles abrasives (gritted footwear) par exemple sont reconnues comme excellentes (Bell 1995) ou encore les semelles composées d'une teneur élevée en carbone sont reconnues comme résistantes et adhérentes (Hodgin 1992). Le talon doit également être adhérent car les chutes dangereuses surviennent souvent à partir d'une glissade sur le talon (Manning, Jones et Bruce 1990). Certaines semelles ont la caractéristique de s'auto nettoyer. Toutefois, vu la grande variabilité de produits, les travailleurs devraient nettoyer eux-mêmes quotidiennement leurs semelles (Hodgin 1992). Enfin, comme il n'existe pas de test homologué pour mesurer l'adhérence, nous n'avons pas pu établir un critère précis à cet effet. Un guide publié sous la forme d'un rapport technique existe, mais il ne fait pas encore office de norme (ISO 1993). Afin de ne pas limiter la recherche auprès des manufacturiers, le critère retenu a donc été laissé vague.

Résistance à la corrosion (CSA 4.1.2 et 4.2.2). Les substances corrosives qui sont en contact avec les bottes sont fréquentes et la botte de sécurité doit nécessairement offrir une résistance à cet effet.

Résistance à la chaleur. Les endroits à nettoyer sont souvent des endroits chauds comme par exemple des fours ou des bouilloires. Certains travailleurs nous ont mentionné qu'en marchant sur des surfaces chaudes, certaines bottes « fondaient ». Certains auteurs suggèrent une résistance supérieure à 80°C (Anonyme 1989a). Nous avons choisi de demeurer vague pour ne pas limiter la recherche auprès des manufacturiers.

Semelle intérieure absorbante. Pour une question d'hygiène et de confort, une semelle absorbante permet de maintenir les pieds plus au sec (Anonyme 1989a). Le besoin d'imperméabilité des bottes ne permet pas un dégagement de la chaleur. Ainsi, l'accumulation de transpiration pourrait rapidement devenir très inconfortable en hiver comme en été, si la botte ne comprend pas une semelle intérieure absorbante.

Protection du métatarse (CSA 3.4.2 et 3.4.4). Afin de protéger la région métatarsienne du pied, nous avons spécifié une protection du métatarse. Nous sommes conscients que si la botte respecte la norme canadienne (CSA 1992) le protecteur métatarsien sera intégré à la botte. S'il est flexible, alors il offrira peu de protection contre le jet d'eau HP. S'il est rigide, alors ou la botte est trop rigide ou il n'y a pas de protection du côté du pied au niveau du métatarse. Nous trouvons également dans la norme (CSA) une exigence qui spécifie que le protecteur métatarsien doit chevaucher l'embout d'acier. Une telle exigence fait en sorte que la botte devient très rigide lorsque les protections sont intégrées à la structure de la botte. Par contre, comme souligné plus haut, si la protection est offerte sous forme de languette surplombant la botte et fixée à l'embout, alors il n'y a pas de protection sur les côtés du pied et la protection devient elle-même encombrante.

Protection du dessus du pied. Les manufacturiers offrent peut être un embout d'acier plus long que celui requis par la norme CSA ou alors peut être offrent-ils une protection particulière du dessus du pied, sans toutefois protéger le métatarse au complet. Nous avons donc inclus ce critère de manière à limiter le moins possible les choix de bottes potentielles.

3.8.2 Recherche auprès des fournisseurs

Une liste de fournisseurs ou de manufacturiers canadiens et américains susceptibles de répondre positivement à notre demande a été élaborée à partir de différentes sources. Un envoi postal de la liste des critères et d'une lettre explicative a ensuite été fait à tous ces fournisseurs au nombre de 86 (voir Annexe 1). Parmi ceux-ci, 11 nous ont répondu et seulement quatre proposaient ou étaient en voie de proposer un modèle de botte de sécurité répondant, selon eux, aux critères de sélection que nous leur avons envoyés:

- Acton International inc. propose la botte Metarib (modèle no 4268L10) qui a été développée originalement pour le travail dans les mines. Cette botte est déjà utilisée par les travailleurs et son principal inconvénient est qu'elle ne résiste pas au jet d'eau HP au-delà du protecteur métatarsien (voir Tableau 7).
- Kaufman Canada propose la botte déjà en utilisation modèle Deflector. Cette botte offre la meilleure protection parmi les bottes sur marché mais elle ne résiste pas aux produits chimiques et n'est absolument pas flexible pour permettre de travailler dans les endroits restreints (voir Tableau 7).

Soulignons que la compagnie Kaufman Canada a récemment déclaré faillite et certaines de ses marques de commerce auraient été achetées par des compagnies américaines. Suite à ces événements, il semblerait que les moules servant à la fabrication du modèle Deflector aient été détruits. Cette botte, bien qu'elle comportait de nombreux défauts, offrait la meilleure protection contre le jet d'eau. Elle ne sera désormais plus disponible sur le marché. Notons que la compagnie Kaufman avait déjà cessé la production du modèle Deflector étant donné que le marché était trop petit pour être rentable. Maintenant que les moules ont été détruits, on est assuré que ce modèle de botte ne sera plus disponible.

- Cove Shoe Co. propose une botte en cuir pour les mineurs de modèle Matterhorn. Les bottes de cuir ne peuvent être considérées pour le travail au jet d'eau HP en raison de l'imperméabilité inférieure du cuir. Cette botte comporte toutefois un protecteur métatarsien métallique intégré à la botte, qui permet une certaine flexibilité.

- La Crosse Footwear (un fabricant) et Tartra Shoe Manufacturing inc. (le distributeur de La Crosse). indiquaient qu'ils étaient sur le point de mettre en marché une botte de sécurité en caoutchouc pour le travail au jet d'eau HP spécifiquement. Toutefois, suite à un suivi fait le 31 octobre 2000 auprès de ces entreprises, nous avons été informés par écrit que faute d'un marché suffisant, l'entreprise n'a pas encore mis de l'avant son projet de développement d'une botte spécifiquement pour le jet d'eau HP.

Les fournisseurs suivants nous ont répondu qu'ils ne sont pas en mesure de fournir une botte de sécurité qui réponde à nos critères : American Allsafe, Baffin inc., Buckingham Manufacturing, Hichaud inc., Mellow Walk Footwear inc., Red Wings Shoe Company, Royer L.P. inc. et Werco Boots. Nous avons ensuite communiqué avec la compagnie NLB Corp. qui fabrique des équipements de protection personnelle (autres que des bottes de sécurité) pour le travail au jet d'eau HP. Les Figures 26 et 27 ci-dessous montrent les équipements qu'ils proposent.

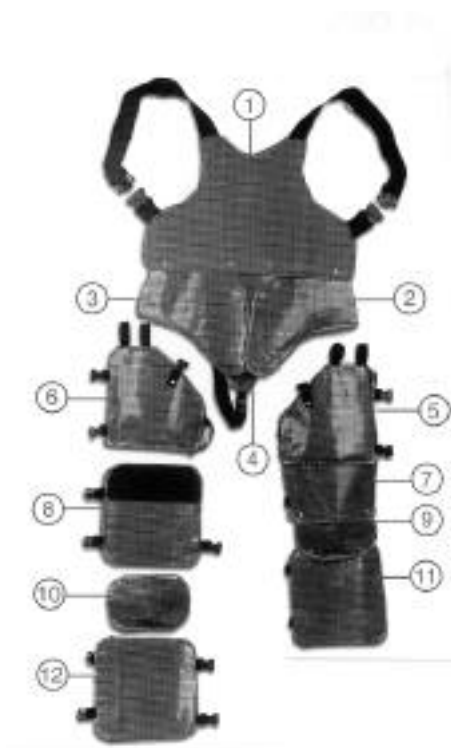


Figure 26: Vêtement protecteur



Figure 27: Protecteur du bas de la jambe

Comme le protecteur du bas de la jambe illustré à la Figure 27 apparaissait prometteur, la compagnie Onyx Industries en a acheté une paire de manière à en faire une évaluation sommaire et de recueillir l'opinion de travailleurs. À première vue, si le protecteur est installé comme prévu avec ses courroies, il limite énormément la flexion plantaire. Il apparaît toutefois que des modifications relativement mineures à la conception de cet équipement permettrait d'en améliorer grandement la flexibilité. Nous ignorons également si le protecteur en Kevlar résiste au jet d'eau HP de 10,000 psi, tel qu'affirmé par le fournisseur.

3.9 Discussion générale

Cette section fait ressortir et discute sommairement les aspects qui selon les auteurs apparaissent les plus importants en ce qui a trait à la sécurité du travail au jet d'eau HP.

3.9.1 Disponibilité et sécurité des équipements de travail

Équipements de protection individuelle. En ce qui a trait aux bottes de sécurité, aucun produit sur le marché permet d'offrir une protection complète du pied au jet d'eau HP tout en respectant des qualités minimales d'adhérence au sol et de flexibilité. La botte Deflector (Kaufman Canada) est celle qui offre la meilleure protection contre le jet d'eau HP cependant, elle est inutilisable dans les endroits restreints, donc dans 50% des cas (section 3.6), à cause de sa trop grande rigidité. Les produits offerts représentent donc des compromis variables entre sécurité et confort où la protection contre le jet d'eau HP est clairement en opposition avec l'adhérence au sol et la flexibilité. Il apparaît que pour en arriver à une botte de sécurité qui intègre complètement ne serait-ce que ces trois caractéristiques, il faudra des efforts de recherche et de développement importants de la part des manufacturiers. Par ailleurs, ceux avec qui nous avons été en contact nous ont indiqué que les investissements nécessaires en R&D ne sont pas rentables pour eux, étant donné que le marché potentiel pour une botte de sécurité spécifiquement pour le travail au jet d'eau HP est trop restreint. Il apparaît évident que l'arrivée sur le marché d'une botte de sécurité conçue spécifiquement pour le travail au jet d'eau HP n'est pas pour demain. Ceci apparaît d'autant plus vrai que le seul manufacturier qui avait réalisé des travaux de recherche en ce sens (Kaufman Canada) n'existe plus non plus que les moules servant à fabriquer le modèle de botte Deflector.

Comme la botte de sécurité idéale n'existe pas, on doit s'attendre à ce que des bottes de modèles variés soient en usage dans l'industrie du nettoyage au jet d'eau HP. Ainsi, pour contribuer à améliorer la sécurité, on devrait suggérer aux employeurs de fournir deux paires de bottes à chaque travailleur: une paire de bottes pour l'été et une paire pour l'hiver. Tel qu'indiqué plus haut, en ce moment, chaque travailleur a à sa disposition une seule paire de bottes de sorte qu'il doit la choisir plus grande pour pouvoir y insérer un feutre l'hiver. Cette situation fait en sorte que le travailleur doit utiliser des bottes trop grandes durant l'été, soit la saison haute, ce qui augmente le risque de perte d'équilibre ou de trébuchement durant le travail et donc le risque de projeter le jet d'eau accidentellement sur une partie du corps.

Une avenue de solution à explorer est celle des protecteurs que l'on rajoute en les fixant sur les bottes. Les travailleurs rencontrés ne sont pas intéressés à utiliser ces équipements dans leur travail pour diverses raisons dont entre autres la facilité à fixer ces accessoires sur les bottes et le confort. Par ailleurs, certains de ces équipements sont disponibles à un coût intéressant. Certains sont en métal et donc résistent au jet d'eau HP alors que d'autres sont faits de couches de Kevlar résistantes au jet d'eau HP selon les manufacturiers. Ces derniers sont plus intéressants par ce qu'ils éliminent les risques d'étincelles. Ces protecteurs offrent une protection complète du pied et du bas de la jambe tout en permettant une flexibilité dans la posture impossible à obtenir avec les bottes actuelles. C'est là leur grand avantage. Par contre, les dispositifs de fixation aux bottes méritent d'être améliorés. Le modèle que nous avons vu du fournisseur NLB (<http://nlbcorp.com>) apparaissait prometteur en ce sens qu'un minimum de développement permettrait vraisemblablement d'en améliorer grandement la conception. Il nous apparaît qu'un

manufacturier de bottes devrait chercher à modifier l'un de ses produits existants pour qu'il se prête à ce genre d'accessoire plutôt que de chercher à tout intégrer dans une botte. Par exemple, en modifiant la semelle d'une botte existante il apparaît possible d'en arriver à une combinaison de botte et de protecteur externe offrant une protection complète du pied et du bas de la jambe tout en respectant les autres critères de flexibilité et d'adhérence au sol. Les protecteurs ajoutés aux bottes, nous apparaissent comme l'avenue de solution la plus plausible à court terme en ce qui a trait à la protection complète contre le jet d'eau HP.

En ce qui a trait à la visibilité durant le travail, il apparaît qu'il faille sensibiliser les entreprises clientes sur la nécessité pour les travailleurs affectés au nettoyage au jet d'eau HP de pouvoir bénéficier de l'eau de décharge du système par le biais du "muffler" de leur fusil pour nettoyer leur visière. Ce nettoyage loin d'être parfait, constitue tout de même un minimum important pour eux. Il faut donc que les entreprises clientes relâchent un peu leurs exigences en matière de récupération de l'eau spécifiquement pour les travaux de nettoyage HP. On devrait vraisemblablement explorer le développement de dispositifs de nettoyage de la visière durant le travail. Par exemple, une modification au fusil permettant l'évacuation d'eau autrement que par le "muffler" pourrait être étudiée tout comme la possibilité d'intégrer un petit "squeegee" de caoutchouc sur l'un des gants ou sur l'une des manches de l'imperméable du travailleur afin de lui permettre de temps en temps de racler les projections sur sa visière sans en endommager trop la surface (ex. Figure 1). D'un seul mouvement de la main ou du bras, il pourrait améliorer grandement sa visibilité. Un tel dispositif ou tout autre visant cet objectif devraient être explorés.

Enfin, il faudrait explorer la possibilité pour les travailleurs de porter leurs verres correcteurs durant leur travail. Une bonne correction de la vue est un facteur de sécurité au travail. Par ailleurs, il faudra explorer les différents produits antibuée sur le marché afin de trouver celui qui permet de travailler avec des verres correcteurs sous une visière tout en maximisant la visibilité. Cet aspect mérite qu'on s'y penche de plus près vraisemblablement en impliquant des professionnels de la vue.

Équipements pour accomplir le travail. En ce qui a trait aux équipements, il apparaît pour le moment qu'il faille sensibiliser les travailleurs au fait de toujours choisir le fusil le plus long possible pour le travail à accomplir étant donné que les risques de se projeter le jet d'eau sur une partie du corps sont plus faibles lorsque le fusil est long (ex. Figure 5 vs Figure 6). Le choix se fait généralement dans le sens inverse, les travailleurs ayant tendance à choisir le fusil le plus court. Par ailleurs, il apparaît important d'inciter les travailleurs utilisant un fusil plus long à prendre des pauses plus fréquentes étant donné que ce type d'équipement serait plus exigeant sur le plan physiologique (fatigue accrue). On devrait certainement explorer plus à fond cette question par une étude systématique visant à établir et comparer les exigences physiologiques associées à l'utilisation de fusils de longueurs variées et ce, pour des travaux de nettoyage variés.

En ce qui a trait aux fusils, il faudrait certainement en revoir le design pour y inclure des dispositifs d'appui sur différentes parties du corps offrant des qualités de confort, de polyvalence et de répartition sur les tissus de la force de recul du fusil égales ou supérieures au boyau flexible d'alimentation tel qu'il est utilisé à l'heure actuelle. L'idée ici consiste à réduire les contraintes sur le boyau et sur les dispositifs de raccordement du boyau d'alimentation au fusil par une meilleure conception. L'épaulière telle qu'elle est conçue à l'heure actuelle n'est pas adéquate et c'est

pourquoi, elle n'est à peu près pas utilisée. Toute modification du design du fusil devra se faire conjointement avec le milieu et faire l'objet d'essais systématiques dans des conditions variées.

En ce qui a trait aux fusils et aux furets, plusieurs dispositifs et moyens de sécurité simples et intéressants sont décrits dans la littérature. Il apparaît que ceux-ci devraient être mieux considérés et à tout le moins, essayés afin de réduire les risques de blessures associées au nettoyage au jet d'eau HP. Par exemple, l'utilisation d'une section rigide près de la buse permet d'empêcher le retournement du furet dans une conduite et facilite le repérage de la buse par le travailleur lors de la sortie du furet de la canalisation (section 3.1.2).

La communication doit être uniformisée et améliorée entre les travailleurs. Par exemple, l'usage de casques d'écoute et de radios miniatures portatives mains-libres doit être exploré (équipements anti-explosion). Également, on devrait développer ou emprunter à d'autres métiers (ex. les grutiers) des codes visuels et de langage standard. En ce moment, dans plusieurs cas le même mot "OK" est utilisé pour mettre le système sous pression et pour enlever la pression. De toute évidence, il faut éliminer les pratiques pouvant mener à confusion.

La désuétude des équipements de certaines entreprises commande un entretien périodique systématique comprenant l'inspection de toutes les composantes du système et le remplacement de toute pièce défectueuse. Il apparaît évident selon les entrevues avec les travailleurs qu'ils ont des opinions variées en ce qui a trait à ce qu'il faut inspecter, comment l'inspecter et quand il faut le faire (voir section 3.3.5): aucune approche systématique et connue n'apparaît utilisée à l'heure actuelle. À partir de la littérature on peut associer certains risques rapportés par les travailleurs à des équipements défectueux. Par exemple, dans la littérature on indique que le retournement du furet dans une conduite peut être associé au fait que les jets d'eau sortant de la buse sont déséquilibrés. Une telle condition pourrait être associée à une ouverture bouchée ou déformée suite à un choc de la buse sur une surface dure. Une inspection des équipements permettrait de détecter ces conditions et donc de réduire certains risques. Pour mettre sur pied un programme d'entretien préventif, il faudra sensibiliser les entreprises de nettoyage et leur offrir un support en ce qui a trait au développement et à la mise en application des divers éléments d'un tel programme (ex. cédule d'inspection, listes de vérification, critères de décision, formation des travailleurs).

On doit s'assurer que les travailleurs disposent de tous les équipements nécessaires en matière de cadenassage, d'accès aux espaces clos et d'accès au travail en hauteur. Ces équipements devraient être disponibles dans tous les camions et les travailleurs doivent savoir les utiliser (ex. appareils de détection multigaz). Par exemple, il apparaît intolérable que les travailleurs doivent se fier aux entreprises clientes pour déterminer si l'entrée dans un espace clos est sécuritaire: chaque travailleur devrait être en mesure de le déterminer lui-même et pour lui-même.

Les entreprises de nettoyage devraient être encouragées à investir dans des équipements de nettoyage commandés à distance (ex. Figures 16 à 19). Ces équipements offrent une sécurité accrue en éloignant le travailleur de la zone dangereuse. Évidemment, ces équipements ont un coût d'acquisition élevé cependant la productivité accrue et la qualité supérieure du travail qu'on peut en tirer font vraisemblablement en sorte que l'investissement est rentable. L'usage de ces équipements devrait être généralisé dans la mesure du possible.

La question de l'éclairage doit être examinée. Nos observations montrent que les travailleurs font leur travail à l'aveugle entre autres dans les espaces clos parce que l'éclairage y est nul ou presque. Il devrait être possible d'offrir un éclairage d'appoint sécuritaire (vs explosion) monté sur pied afin de permettre au travailleur de voir son travail et entre autres, ses pieds. L'éclairage permettrait certainement d'améliorer la sécurité du travail. Des recherches sur les produits existants et des essais sur le terrain sont certainement à considérer.

3.9.2 Conception des installations industrielles

L'accès aux endroits à nettoyer est souvent difficile (ex. ouvertures d'accès aux espaces clos mal dimensionnées et mal situées, passerelles/échelles d'accès inexistantes, points d'amarrages sécuritaire non disponibles, etc.) (ex. Figures 21 et 22). Les travailleurs doivent souvent faire preuve d'une grande imagination et courir des risques importants uniquement pour avoir accès à la zone de travail particulièrement lorsqu'elle est en hauteur. Il apparaît opportun de sensibiliser les entreprises clientes à modifier leurs équipements en conséquence lorsque l'occasion s'y prête (ex. remplacement d'un équipement, réfection d'un équipement existant, achat d'un nouvel équipement). Les informations nécessaires sont disponibles dans la littérature en ergonomie (ex. Tilley, 1993), il suffit de les rendre disponibles aux concepteurs et de les sensibiliser à la chose.

3.9.3 Organisation du travail de nettoyage

Il apparaît important de sensibiliser les entreprises clientes sur les exigences et la sécurité des travaux de nettoyage au jet d'eau HP. Par exemple, nous avons observé des travaux superposés: un grutier déplace un échangeur au-dessus de la tête d'un travailleur affecté au nettoyage HP au sol. Les lieux de travail ne sont pas toujours sécurisés. Également, des installations sanitaires et d'urgence fonctionnelles sur les lieux de travail ne sont pas toujours disponibles. Nous avons été témoin d'un événement qui aurait pu conduire à une blessure grave: un travailleur affecté au nettoyage HP ayant reçu une éclaboussure d'acide et d'eau dans un oeil a dû parcourir plusieurs centaines de mètres et voir s'écouler près de 30 minutes avant de trouver de l'eau de rinçage propre pour nettoyer son oeil. La douche oculaire située à proximité de son lieu de travail ne fonctionnait pas.

Dans cet ordre d'idée, il faudrait songer à rendre disponible sur chaque camion un équipement sanitaire minimal permettant de se laver les mains et le visage en cas d'urgence. Si les travailleurs ne savent pas toujours où sont les installations sanitaires dans l'usine, ils savent par contre où est leur camion et celui-ci n'est généralement pas très éloigné du lieu de travail. Par exemple, les travailleurs n'ont souvent pas accès à des équipements leur permettant de se laver les mains avant de fumer ou de manger.

Il apparaît également important de sensibiliser les urgentologues et autres professionnels de la santé susceptibles de recevoir des travailleurs blessés par un jet d'eau HP de prendre ces blessures très au sérieux même si en apparence, elles ont l'air tout à fait mineures. L'usage d'un dépliant fournissant des informations médicales apparaît comme une approche intéressante. Le dépliant pourrait être placé dans les trousse de premiers soins des camions des opérateurs de HP et en cas d'urgence, il serait facile pour eux d'en donner une copie au premier intervenant du centre hospitalier.

La rotation entre les deux travailleurs d'une équipe affectée au nettoyage au jet d'eau HP se fait habituellement aux 2 heures. Cette organisation du travail n'est pas appropriée lorsque la charge de travail et la contrainte thermique sont importantes. Nos résultats de mesure de fréquence cardiaque montrent que dans ces cas, la rotation doit être plus fréquente pour permettre une récupération et une évacuation de la chaleur adéquates et ainsi, minimiser les risques de blessures liées à une fatigue excessive ou à la contrainte thermique. Ceci apparaît d'autant plus important que les travailleurs ont rapporté en majorité lors des entrevues que la fatigue rend leur travail pénible à très pénible. Les travailleurs doivent être sensibilisés à cet aspect de même que leurs employeurs.

Il faut également sensibiliser les entreprises clientes à éteindre leur équipements suffisamment à l'avance pour en permettre le refroidissement adéquat avant que ne débute le travail de nettoyage. Les entreprises de nettoyage devraient songer à se fixer une règle pour protéger la santé et la sécurité de leurs employés. Une telle règle pourrait par exemple établir que si la température interne des équipements ou de l'espace clos excède 30 degrés C, les travailleurs ne peuvent débiter les travaux de nettoyage.

Il apparaît important de former les vendeurs des entreprises de nettoyage aux exigences et aux risques du travail de nettoyage au jet d'eau HP. Il ressort des entrevues et des observations qu'ils ne connaissent pas vraiment ce travail ce qui ferait en sorte que les estimations de durée des travaux qu'ils proposent aux entreprises clientes ne sont pas toujours très réalistes. Des estimations plus réalistes permettraient aux travailleurs d'avoir suffisamment de temps pour réaliser toutes les étapes de préparation nécessaires au travail (ex. sécuriser les lieux de travail, échantillonner l'air dans les espaces clos, installer des échelles ou des échafaudages sécuritaires pour l'accès au travail) et ainsi réaliser leur travail dans des conditions plus sécuritaires.

Dans le même ordre d'idées, des vendeurs mieux formés seraient en mesure de recueillir auprès des clients puis de fournir aux travailleurs des informations complètes et nécessaires sur le travail à réaliser. Les travailleurs ont rapporté lors des entrevues que lorsque le client est nouveau pour eux, ils doivent faire face à de nombreuses surprises en arrivant sur les lieux de travail. Avec les informations pertinentes, ils pourraient mieux se préparer et ainsi, faire face à moins de surprises. Il y aurait lieu de préparer une fiche sommaire permettant de décrire le travail à faire. La feuille de description du travail quotidien utilisée dans le cadre de notre projet pourrait vraisemblablement servir de point de départ.

On devrait envisager l'idée d'une pré-inspection des lieux de travail lorsqu'il s'agit d'un nouveau client. En effet, on pourrait voir à ce que les lieux soient inspectés par un travailleur d'expérience et lui demander de planifier les travaux de façon à ce que les travailleurs affectés à ce client aient un maximum d'informations en main leur permettant de réaliser leur travail de façon sécuritaire. De cette façon, on éliminerait plusieurs risques ainsi que des pertes de temps associées à une planification déficiente. Le poste de pré-inspecteur pourrait, par exemple, en être un d'assignation temporaire pour les travailleurs accidentés étant donné qu'il ne nécessiterait pas de travail dur et risqué. Il serait intéressant pour l'entreprise de nettoyage de maintenir à jour un registre des risques et de planification des travaux sécuritaires pour chacun de ses clients en vue de maximiser la productivité des équipes de travail et en particulier, celles pour qui c'est la première fois chez ce client.

Tous les travailleurs devraient être formés aux procédures sécuritaires (section 3.2.1) et en particulier à donner les premiers soins d'urgence. Les connaissances des travailleurs rencontrés apparaissent très inégales en ces matières de base en ce qui a trait à leur santé et sécurité. Également, des installations devraient être mises sur pied afin de former les nouveaux travailleurs aux méthodes sécuritaires (ex. monter la pression graduellement pour éviter les coups de fouet du boyau d'alimentation) et aussi de vérifier périodiquement les méthodes de travail des travailleurs d'expérience et s'assurer qu'ils font les bons choix d'outils. La compagnie RSR a mis au point une installation permettant de simuler le travail au jet d'eau HP. Dans cette entreprise on prend la formation des travailleurs au sérieux. Cette initiative doit être saluée et devrait être reprise pour tout le secteur.

Enfin, il apparaît que l'industrie devrait se doter d'un code d'éthique afin d'assurer que des entreprises ne soumissionneront pas aussi bas que nécessaire pour avoir un contrat (i.e, règle du plus bas soumissionnaire). Un code d'éthique devrait assurer que les soumissions prennent en compte le minimum acceptable en matière de sécurité au travail. Les travailleurs du secteur seraient ainsi assurés de pouvoir effectuer leur travail dans des conditions minimalement acceptables de santé et de sécurité.

3.9.4 Produits chimiques

Il faut certainement explorer les avenues permettant de mieux protéger les travailleurs des produits chimiques isolés ou en combinaisons auxquels ils sont couramment exposés. Les travailleurs doivent savoir avant d'arriver sur les lieux du travail à quels produits ils ont affaire pour savoir comment ils peuvent se protéger. Cela apparaît comme un minimum.

Également, il faut certainement informer un peu mieux les travailleurs sur la toxicité des produits chimiques. À titre d'exemple, lors de nos observations des travailleurs tentaient de nettoyer au jet d'eau un réservoir souterrain de bunker. Après quelques heures de travail infructueux, ils ont fait venir un plein camion d'huile à chauffage. L'huile à chauffage a alors été utilisée tel quel pour nettoyer le réservoir. La logique veut que l'huile à chauffage soit un excellent décapant pour les résidus de bunker que souvent l'eau, même à haute pression, ne parvient pas à déloger. Les travailleurs nous ont indiqué que comme l'huile à chauffage serait plus dense que les dépôts de bunker, ceux-ci flotteraient sur l'huile ce qui en faciliterait l'évacuation par pompage. D'un point de vue pratique, l'huile à chauffage offre une solution idéale à un épineux problème de résidus de bunker toutefois, le travailleur affecté au nettoyage a respiré du brouillard d'huile à chauffage pendant près d'une heure sans protection respiratoire étant donné qu'aucune n'était disponible dans le camion. Les travailleurs doivent avoir un minimum de connaissances sur les produits, lesquelles connaissances ne peuvent être acquises par une formation traditionnelle sur le SIMDUT.

3.9.5 Rôle de l'ASTE

Dans les éléments de discussion qui précèdent, il apparaît que toute solution qu'elle soit liée à l'équipement ou à l'organisation du travail doit être développée en étroite collaboration avec le milieu et faire l'objet d'essais systématiques bien planifiés. Notre expérience nous amène à penser que ce travail de développement ne sera pas facile étant donné la difficulté d'accès au milieu, particulièrement pour des fins de recherche: les imprévus de dernière minute font

constamment glisser les échéanciers. Néanmoins, dans tous les cas où une solution est développée, une formation des travailleurs et des entreprises de nettoyage devra en précéder l'introduction dans le travail.

L'ASTE apparaît évidemment comme l'organisation la mieux positionnée pour intervenir tant dans la recherche et le développement de solutions permettant d'améliorer la santé et la sécurité des travailleurs que dans la formation et la sensibilisation en cette matière.

4.0 Conclusions

Nous n'avons trouvé sur le marché aucune botte de sécurité permettant d'offrir une protection complète des pieds qui soit adéquate pour le travail de nettoyage au jet d'eau HP. Il faudra vraisemblablement envisager une combinaison de différentes mesures de protection pour réduire les risques aux pieds associés à ce travail.

Nos observations montrent que les risques associés au travail de nettoyage au jet d'eau HP sont nombreux, mais que plusieurs mesures possibles de mitigation de ces risques sont décrites dans la littérature. Il s'agit de les mettre en pratique et d'en évaluer l'efficacité. Cependant, certains aspects nécessitent du travail de recherche et développement.

Selon nous, l'état de la situation actuelle du travail de nettoyage au jet d'eau HP commande une action immédiate et concertée de tous les intervenants visés. L'ASTE jouit d'une position idéale pour prendre le leadership dans le développement d'approches visant à contrôler les risques associés au travail de nettoyage au jet d'eau HP.

Dans la section suivante nous formulons un certain nombre de recommandations. Il ne fait aucun doute dans notre esprit que la simple formation ou mise à niveau des travailleurs sur différents thèmes comme les premiers soins, l'hygiène corporelle, la toxicité des produits chimiques, l'inspection et l'entretien préventif des équipements pourraient avoir un effet d'entraînement propice aux changements dans ce secteur. Par contre, il nous apparaît évident que tant que la règle du plus bas soumissionnaire perdurera dans le secteur, plusieurs de ces recommandations apparaîtront irréalisables.

5.0 Recommandations

À partir des travaux menés, nous formulons les recommandations suivantes:

- Σ Les entreprises spécialisées dans le nettoyage au jet d'eau HP doivent se doter d'un code d'éthique visant à éliminer sinon minimiser l'impact de la règle du plus bas soumissionnaire.
- Σ Privilégier l'usage d'équipements de nettoyage commandés à distance partout où cela est possible afin d'éloigner les travailleurs de la zone dangereuse.
- Σ Explorer par la recherche et le développement (i.e., recherche, développement, essais systématiques sur le terrain, déploiement dans les milieux) les différents aspects suivants tout en impliquant étroitement les milieux de travail à chaque étape:

- Σ L'ajout de protecteurs sur les bottes de sécurité afin de protéger le pied au complet et le bas de la jambe contre le jet d'eau HP – il faut viser une combinaison intégrée botte/protecteur puisque la botte idéale n'existe pas et n'existera pas dans un avenir proche;
 - Σ L'utilisation d'un système de communication efficace entre les opérateurs (ex. système radios, codes de langage visuel, codes de langage parlé);
 - Σ L'emploi de moyens de sécurité décrits dans la littérature et apparaissant peu utilisés (ex. embouts pour empêcher les furets de se retourner dans une conduite, déflecteurs sur le canon des fusils);
 - Σ La conception d'appuis du fusil sur le corps autres que les épaulières existantes afin de réduire les sollicitations mécaniques des boyaux et du raccord du boyaux au fusil associées à l'usage actuel et améliorer confort et sécurité pour le travailleur;
 - Σ Les moyens d'améliorer la visibilité durant le travail de nettoyage (ex. dispositifs de nettoyage de la visière, l'utilisation d'éclairage d'appoint sur pied de haute intensité dans les espaces où l'éclairage est insuffisant, la possibilité de porter ses verres correcteurs durant le travail);
 - Σ La disponibilité sur les camions d'installations sanitaires minimales;
 - Σ La détermination des exigences physiologiques associées à l'utilisation de fusils de longueurs différentes en relation avec le travail réalisé afin de permettre des recommandations sur l'organisation du travail maximisant la sécurité du travail;
 - Σ Les critères permettant d'établir un régime d'alternance travail-pauses de récupération tenant compte de la pénibilité du travail réalisé (équipements utilisés, environnement de travail) et des conditions d'ambiance. De tels critères permettraient d'éviter les risques de fatigue excessive ou d'épuisement pouvant conduire aux accidents de travail en limitant la durée des travaux: il apparaît qu'à l'heure actuelle le nombre d'heures travaillées soit excessif dans de nombreux cas particulièrement lors de travaux de nettoyages réalisés durant le « shutdown » d'installations industrielles.
-
- Σ Développer avec l'industrie un programme d'entretien préventif des équipements (inspection, vérification et réparation des équipements sur une base régulière et systématique).
 - Σ Développer avec l'industrie une approche permettant une meilleure organisation et planification du travail (pré-inspection des lieux de travail, maintien d'un registre des travaux/équipements nécessaires, collecte des informations sur les produits à nettoyer, procédures sécuritaires, etc.).
 - Σ Développer avec l'industrie un programme de formation et de mise à niveau de la main d'oeuvre (voir la section suivante pour les thèmes de formation).
 - Σ Développer conjointement avec l'industrie un programme intégré de contrôle des risques comprenant un programme d'entretien préventif des équipements et un programme de formation de la main d'oeuvre.
 - Σ Sensibiliser les professionnels de la santé (ex. par la diffusion d'un dépliant) sur la gravité des lésions par jet d'eau HP et sur l'urgence de traitement approprié.

- Σ Sensibiliser les entreprises clientes à:
 - Σ relâcher leurs exigences en matière de récupération d'eau pour les travaux de nettoyage au jet d'eau HP;
 - Σ maintenir des installations sanitaires fonctionnelles;
 - Σ fermer leurs équipements industriels suffisamment d'avance pour en permettre le refroidissement adéquat avant le début des travaux de nettoyage;
 - Σ sécuriser les lieux du travail convenablement et interdire les travaux superposés en informant mieux tous les travailleurs sur leur site quant aux exigences du travail de nettoyage au jet d'eau HP;
 - Σ mieux concevoir les ouvertures, passerelles et échelles d'accès aux endroits à nettoyer.
- Σ Développer au sein de la CSST un système de codification des accidents spécifiquement pour le secteur du nettoyage au jet d'eau HP.

5.1 Grandes lignes d'une formation

En matière de formation ou de mise à niveau de tous les travailleurs et vendeurs des entreprises spécialisées dans le nettoyage au jet d'eau HP, un programme devrait inclure les thèmes suivants:

- Σ Formation sur le secourisme en milieu de travail.
- Σ Formation aux procédures de sécurité:
 - Σ Conduite en cas d'accident.
 - Σ Hygiène corporelle.
 - Σ Toxicité des produits chimiques les plus fréquents et mesures de protection.
 - Σ Procédures en espace clos.
 - Σ Vérification de la présence de gaz explosifs.
 - Σ Procédures de cadenassage.
 - Σ Inspection des équipements et sécurisation des raccords.
 - Σ Charge de travail, contrainte thermique et organisation du travail.
 - Σ Sécurisation de la zone de travail.
 - Σ Sécurisation pour travail en hauteur.
 - Σ L'éclairage adéquat.
 - Σ Récupération et évacuation des résidus.
 - Σ Choix des équipements de protection individuelle appropriés.
 - Σ Choix des équipements de travail appropriés (ex. longueur du fusil).
 - Σ Évaluation des risques électriques.

Plusieurs des documents cités dans le texte constituent d'excellents points de départ et dans certains cas, des références relativement complètes pour monter un programme de formation.

6.0 Bibliographie

- American Society for Testing and Materials (1993). *Standard Practice for Pressure Water Cleaning and Cutting*. ASTM: E1575-93.
- American National Standards Institute (1991). *American National Standard for Personal Protection – Protective Footwear*. ANSI – Z41-1991.
- Anonyme (1983). Construction: Putting a Good Face on it. *Health and Safety at Work* 6(1), 47-48.
- Anonyme (1989). Coupé à l'eau, T.S. 12-89 : 718-722.
- Anonyme (1989a). Le pied au travail, *Promosafe* 3:165-171.
- Anonyme (1996). State-of-the-Art Waterjet Cutting *Industrial Management* 10(9):34.
- Association of High Pressure Water Jetting Contractors (1984). *Code of Practice for the use of High Pressure Water Jetting Equipment*. London: The Association of High Pressure Water Jetting Contractors (pp. 1-28).
- Bell, J. (1995). High-Traction Footwear Means Spikes, Bolts, Gut. *Occupational Health and Safety*. Mars, pp. 87-88.
- Brett, YB. (1998). Protection individuelle pieds et mains en sécurité. *Face au risque*, juin-juillet, 344, 9-11.
- Bureau de normalisation du Québec (1985) *Norme chaussures de sécurité*. BNQ 120-600 8504-22,.
- Canadian Standards Association (1992). *Protective Footwear – Occupational Health and Safety*. CAN/CSA – Z195-M92.
- Chandler, H. (1997). Beyond Safety Boots. *OHS Canada*. Août/septembre, 62-65.
- Construction Safety Association of Ontario (1980). *High-Pressure Water Blasting*. Toronto.
- Canadian Standards Association International (1999). *List of CSA Certified Occupational Health and Sports Safety Equipment*. DIR 009-99.
- Dap, F. (1991). Injection à haute pression à la main. *Revue de Médecine du Travail*. 18(4):197-201.
- Eastman Kodak Co. (1986). *Ergonomic design for people at work - Volume 2*. Van Nostrand Reinhold.
- Flotre, M. (1991). *Injection Injuries Harm Hands* 144(2):44-46.
- French, M.A. (1986). Safety in High Pressure: Water Jetting. *Safety and Health Practitioners* 14(8):18-22.
- Goulet, H. (1999). La face masquée de la protection de l'environnement. *Nouvelles CSN*, 461:4-5.
- Tilley, A. R. (1993). *The measure of man and woman*. New York: The Whitney Library of Design (Dreyfuss Associates Inc.).
- Hodgin, L. (1992). Footwear Industry Maker Strides in Slip-Resistance. *Occupational Health and Safety*. Décembre pp. 26-29.
- Institut National de Recherche et de Sécurité (1983). Appareils mettant en œuvre des jets liquides dans les industries du bâtiment et des travaux publics. Recommandation R-232. *Cahiers de notes documentaires* no 113:585-588.
- International Standards Organisation (1993). *Chaussures à usage professionnel – Détermination de la résistance au glissement*. ISO/TR 11220 (Rapport technique).
- Kamon, E. E. (1982). Physiological basis for the design of work and rest. Dans G. Salvendy (Ed.) *Handbook of industrial engineering* (chapitre 6.4). New York: Wiley.

- Krüner, D., Wiedemeier, J. et Louis, H. (1982). Safety Aspects of Jet Cutting. *Asbestos*, 64(5):6-15.
- Lefebvre, J. (1975). Pistolets à eau ou à peinture à haute pression. *Cahier des comités de prévention du bâtiment et des travaux public* 3:143-146.
- Manning, D.P. et Jones, C. (1994). The Superior Slip-Resistance of Footwear Soling Compound T66-103. *Safety Science* 18:45-60.
- Manning, D.P., Jones, C. et Bruce, M. (1991). A Method of Ranking the Grip of Industrial Footwear on Water Wet, Oily and Icy Surfaces. *Safety Science* 14:1-12.
- Meyer, J.P. et Flenghi, D. (1995). *Détermination de la dépense énergétique de travail et des capacités cardio-respiratoires maximales à l'aide d'un exercice sous-maximal sur step-test*. Documents pour le médecin du travail no. 64, 4^e trimestre, Paris: INRS.
- Noill, R.W.K. et George B. (1969). Penetrating Intra-Abdominal Injury Caused by High-Pressure Water Jet. *British Medical Journal* 2(2):357-358.
- Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (1991). *Appareils de nettoyage à haute pression – Mémo-pratique / O.P.P. B.T.P. (C9M0388)*. Boulogne-Billancourt, pp. 114-115.
- Rodgers, S.H. (1986). *Ergonomics Design for People at Work – Volume 2*. New-York: Van Nostrand Reinhold.
- Scherrer, J. et Coll. (1981). *Précis de physiologie du travail – Notions d'ergonomie*. 2^e édition. Paris: Masson.
- Werle, N. (1995). Équipement à jets d'eau HP. Institut National de Recherche et de Sécurité.

6.1 Catalogues

- A.M. Best Company. Best's Safety Directory. (1991). Volume 1
- Ackland Granger. Catalogue 1999, no. 98, p. 1824.
- Iseco Québec Inc., Bottes pour pompier Black Diamond de Kaufman
- L.P. Royer Inc. Chaussures Sécuritaires.
- Lab. Safety Supply. Safety and Industrial Supplies. General Catalog, 1998.
- Lab. Safety Supply. Safety Essentials (1998).
- Levitt Sécurité Limitée. Catalogue 2000, p. 448.
- MSA. Catalogue d'équipements de sécurité, 1999-2000, p. 231.
- NLB Corp., www.nlbcorp.com.

6.2 Sites internet

- <http://www.ccinfoweb.ccohs.ca>
- <http://www.nlbcorp.com>
- <http://www.thomasregister.com>

Annexe 1

Liste des fournisseurs

Nom compagnie	adresse	Ville	Province	Pays	Code postal
168700 Canada inc. (Sacha London)	2113-c, boul. St-Régis	Dollard-des-Ormeaux	Québec	Canada	H9B 2M9
Abaco Industrial Supplies	P.O. Box 55-7603	Miami	FL 33255	USA	
Acton International inc.	881, rue Landry C.P. 300	Acton Vale	Québec	Canada	J0H 1A0
Allied Glove Corp.	411-T N. 5th St.	Milwaukee	WI 3201 3004	USA	
Allied Glove & Safety Products Mfg. Corp	4711-T W. Armitage Ave.	Chicago	IL 60639	USA	
Altama footwear	88 0 Holcomb Bridge rd, suite 210	Roswell	GA 30076-1955	USA	
Arbill Glove & Safety Products	10450 Drummond St.	Philadelphia	PA 19154	USA	
Atlas Uniform Co.	5943 W. Lawrence Ave. Dept. TR	Chicago	IL 60630	USA	
American All Safe Co.	99 Wales Ave	Tonawanda	NY 14150	USA	
Appolo Safety Inc.	75-T Ferru St. Unit 4	Fall Rivel	MA 02721	USA	
Ariat International	740 Commercial St.	San Carlos	CA 94070	USA	
Baffin Inc.	346, Arvin Ave.	Stoney Creek	Ontario	L8E 2M4	
Bata Shoe Co., Inc.	4501-T Pulaski Hwy.	Belcamp	MD 21017 1498	USA	
Baxter Rubber Co.	10 Spielman Rd.	Fairfield	NJ 07004	USA	
Buckingham Mfg. Co., Inc.	Travis Ave.	Binghamton	NY 13904	USA	
Canada West Shoe Manufacturing Inc.	270 Hutching St.	Winnipeg	MB	Canada	R2X 2Y2
Canrun Shoes Imports Ltd.	470 N. Rivemedede rd. Unit 10	Concord	Ontario	Canada	L4K 3R8
Chaussure Force 1 footwear	Division de Beaumarché inc.	Montréal	Québec	Canada	H2N 1M9

Nom compagnie	adresse	Ville	Province	Pays	Code postal
	9124, Boul. St-Laurent				
Chaussures Vercorp inc. Vercorp Shoes inc.	1569, rue St-Georges, C.P. 9	St-Bernard	Québec	Canada	G0S 2G0
Chinook Trading co.	7405 S.W. Tech center Dr., suite 160	Tigarg	OR 97223-8056	USA	
Chippewa Shoe Co.	P.O. Box 548	Fort Worth	TX 76101 2521	USA	
Coastal Boot Inc.	1232 N.E. Second Ave.	Miami	FL 33132	USA	
Colonail Industrial Products Inc.	400 Victoris St.	Youngstown	OH 44515	USA	
Conney Safety Products	P.O. Box 44190	Madison	WI 53744	USA	
Cove Shoe Co.	107-T Highland St.	Martinsburg	PA 16662 1498	USA	
Dayton Shoe Company Limited	2250 East Hastings Street	Vancouver	BC	Canada	V5L 1V4
Eastco Industrial Safety Corp.	30-T W. 10th St.	Huntington Station	NY 11746	USA	
EJ Footwear	1100-T E. Main St.	Endicott	NY 13760	USA	
Ellwood Safety Appliance Co., Inc.	Gray Bldg, P.O. Box 831	Ellwood City	PA 16117 0831	USA	
Entreprise J.M. Nadeau et Fils inc.	1569, rue St-Georges, C.P. 340	St-Bernard	Québec	Canada	G0S 2G0
Equipment Supply International	25 Ironia Rd.	Flanders	NJ 07836	USA	
E.S. Originals, Incorporated	450 W. 33rd St.	New York	NY 10001	USA	
Falcon Shoe Manufacturing Company	Post Office Box 1286	Lewiston	ME 04243-1286	USA	
Genesco, Inc.	P.O. Box 731	Nashville	TN 37202 0731	USA	
Genfoot Inc.	554, Montée de Liesse	Montréal	Québec	Canada	H4T 1P1
Goodyear Rubber Products Corp.	3 Harding Place	Little Ferry	NJ 07643	USA	
Greb International and Company	Kodiak Division 6700 Century Ave., suite 101	Mississauga	Ontario	Canada	L5N 2V8
Gredico Footwear Ltd.	6920 Invader Cres.	Mississauga	Ontario	Canada	L5T 2B5

Nom compagnie	adresse	Ville	Province	Pays	Code postal
HH Brown Shoe Co., Canada Limited	1155 North Service Rd. W. Unit 8	Oakville	Ontario	Canada	L6M 3E3
Helly Hansen Canada Ltd.	51 Raddall Ave.	Darmouth	NS		B3B 1T6
Hichaud Incorporated	2485, Boul. Neuviale	Québec	Québec	Canada	G1P 3A6
Hy-Test Inc.	130 S. Canal St.	Chicago	IL 60606	USA	
Hy-Test Boots & Shoes	9431 Courtland	Rockford	MI 49541	USA	
IFCOA	155 National Place	Longwood	FL 32752-9300	USA	
Industrial Safety Co.	1386 Neubrecht	Lima	OH 45801	USA	
Injection Footwear Corp.	8730-T N.W. 36th Ave.	Miami	FL 33147 3995	USA	
Iron Age Corp.	Robinson Plza Three, Suite 400	Pittsburgh	PA 15230 1449	USA	
Iseco Safety Shoes	2640 Argentina Rd.	Mississauga	Ontario	Canada	L5N 6C5
Jones Fair Limited	1075 N. Service Rd. W., Suite 102	Oakville	Ontario	Canada	L6M 2G2
Kaufman Foot Wear	Att . : M. Jean-Claude Sénécal 724, Chemin Principal	St-Joseph-du-Lac	Québec	Canada	J0N 1M0
Kaufman Footwear	410 King Street West Post Office Box 9005	Kitchener	Ontario	Canada	N2G 4J8
Knapp Shoes, Safety Shoe Div.	1 Knapp Centre	Brockton	MA 02401	USA	
Label Master Div.	5724 N Pulanski Rd.	Chicago	IL 60646-6797	USA	
Laboratoire M.P. Langelier Incorporated	675, Boul. Laurier	Beloeil	Québec	Canada	J3G 4J1
La Crosse Footwear, Inc.	1407 St-Andrew St. P.O. Box 1328	La Crosse	WI 54602	USA	
Lehigh Safety Shoe Co.	1100 E. Main St.	Endicott	NY 13760	USA	

Nom compagnie	adresse	Ville	Province	Pays	Code postal
Linear Footwear Limited	6700 Century Ave., suite 208	Mississauga	Ontario	Canada	L5N 6A4
Lyons Safety	W185 N11300 Whitney Dr. P.O. Box 1010	Germantown	WI 53022	USA	
Mellox Walk Footwear Inc.	2301 Keele St., Unit 1	Toronto	Ontario	Canada	M6M 3Z9
Miller-Peerless Mfg.	1300-T Remington Rd. # M	Schaumburg	IL 60173	USA	
Moonwalker/Sierra	2001-T Chester Ave.	Bakersfield	CA 93301	USA	
MSC Industrial Supply Co.	75-T Maxess Rd.	Melville	NY 11747 3151	USA	
M S Rubber Co	715 E. McDowell Rd. P.O. Box 6489	Jackson	MS 39282 6489	USA	
Munro and Company, Inc.	1421 North Falls Boulevard Post Office Box 38	Wynne	AR 72396	USA	
"9" Numbers International, Inc.	Rte 1, Box 255	Fredericksburg	PA 17026	USA	
National Mine Service Inc.	795 Old Rt. 119 North	Indiana	PA 15701	USA	
Newark Safety Equipment Co.	664-T Ferry St.	Newark	NJ 07105	USA	
Plastex Protective Products	130 Kipp Ave.	Elwood Park	NJ 07407	USA	
Red Wings Shoe Company	314 Main Street	Red Wing	MN 55066	USA	
Royer, L.P., Inc.	712-T, rue Principale C.P. 160	Lac Drolet	Québec	Canada	G0Y 1C0
S.B. Leather Products Manufacturing Inc.	224 Madison Ave. S. P.O. Box 994	Kitchener	Ontario	Canada	N2G 4E3
Sarota Shoe Co.	41-T Hamilton Ave.	Lynn	MA 01902	USA	
Société en commandite Greb International	Division Kodiak 533, rue Roger	Acton Vale	Québec	Canada	J0H 1A0
Standard Safety Equipment Co.	1407-T Ridgeview Dr.	Mc Henry	IL 60050 7023	USA	
Star Valenti Inc.	15 Densley Ave.	Torongo	Ontario	Canada	M6M 2P5

Nom compagnie	adresse	Ville	Province	Pays	Code postal
STC Footwear Inc.	10100, rue Colbert	Ville d'Anjou	Québec	Canada	H1J 2J8
Superior Industrial Supply Co.	2677 Whitman Ave.	Memphis	TN 38112	USA	
Tatra Shoe Mfg. Inc.	330-T Rarisey Dr. P.O. Box 86	Dunnville	Ontario	Canada	N1A 1K8
Terra Footwear Ltd.	5409-T Eglinton Ave. W., Suite 103	Toronto	Ontario	Canada	M9C 5K6
Terra Nova Shoes Limited	Water Street P.O. Box 250	Harbour Grace	NF		A0A 2M0
Viberg Boot MFG., LTD	662 Herald St.	Victoria	BC	Canada	V8W 1S7
Walker, B.B., Co.	P.O. Box Drawer 1167	Asheboro	NC 27204 1167	USA	
Warson Group., Inc.	21 Hunter Ave., suite 204	St-Louis	MO 63124	USA	
Wearguard Corp.	141-T Longwater Dr.	Norwell	MA 02061	USA	
Weinbrenner Shoe Co., Inc.	108-T S. Polk St.	Merrill	WI 54452	USA	
West Coast Shoe Co. Dept. T	P.O. Box 607	Scappoose	OR 97056	USA	
Wolvering Canada Inc.	5145 North Service Rd.	Burlington	Ontario	Canada	L7L 5H6