

**POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

affiliée à l'Université de Montréal

**Portrait de la santé musculosquelettique et analyse ergonomique du travail  
pour les conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses**

**FIRDAOUS SEKKAY**

Département de mathématiques et de génie industriel

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de *Philosophiæ doctor*

Génie industriel

Novembre 2019

# **POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

affiliée à l'Université de Montréal

Cette thèse intitulée :

## **Portrait de la santé musculosquelettique et analyse ergonomique du travail pour les conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses**

présentée par **Firdaous SEKKAY**

en vue de l'obtention du diplôme de *Philosophiæ doctor*

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de :

**Mario BOURGAULT**, président

**Yuvn CHINNIAH**, membre et directeur de recherche

**Daniel IMBEAU**, membre et codirecteur de recherche

**Philippe Doyon POULIN**, membre

**Steve VEZEAU**, membre externe

## DÉDICACE

*À la mémoire de ma grand-mère paternelle*

*À mes chers parents : Ahmed & Zhor*

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les membres du jury pour leur intérêt et le temps accordé à mon travail.

Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements à tous les conducteurs qui ont participé à ce travail, qui m'ont consacré de leur temps, m'ont accordé une confiance inconditionnelle et m'ont partagé leur expérience et leurs connaissances. Ce fut une expérience de vie qui restera gravée dans ma mémoire.

Je tiens également à remercier l'entreprise où s'est déroulé ce projet de doctorat. Votre implication et la confiance manifestée envers ce projet ont constitué des éléments clés de sa réussite.

L'élaboration de cette thèse n'aurait pas été possible sans l'aide de nombreuses personnes. C'est pourquoi j'adresse mes remerciements :

À M. Yuvin Chinniah et M. Daniel Imbeau pour leur encadrement, leur disponibilité, leurs encouragements et leur confiance. Ils ont su m'écouter et surtout, et me redonner confiance en mes idées et mes capacités. Je tiens à vous exprimer ma plus profonde reconnaissance, vous avez su me faire progresser et m'aider à donner le meilleur de moi-même. Vous avez su m'aider à croire en moi et à redoubler d'efforts pour mener à terme ce travail. J'ai appris énormément de choses avec vous et j'ai pris un réel plaisir à cette collaboration dans le respect mutuel. Les mots, à eux seuls, ne suffisent pas pour exprimer ma reconnaissance. Un grand MERCI à vous !

À Philippe-Antoine Dubé, Nathalie de Macellis-Warin, Nancy Beauregard, Martin Trépanier pour leurs judicieux conseils, leur disponibilité, leur complicité et pour leur rôle de modèle inspirant dans la recherche.

À Marie-Carline Lajeunesse, Melissa Regalado, Suzanne Guindon, Sylvie Marcotte et à toutes les secrétaires du Département de mathématiques et de génie industriel pour leur aide dans les démarches administratives et pour leur bonne humeur qui contribue à créer une bonne ambiance de travail au département.

À titre plus personnel, je remercie chaleureusement mes amis Serine, Rida, Safouane, Julie, Zayneb et Andrès pour leur soutien, leur présence, et leur sympathie.

Un merci tout particulier revient à Camélia pour son attention et ses encouragements qui m'ont accompagnée tout au long de ces années.

Je tiens également à exprimer mes plus chaleureux remerciements à ma famille, en particulier à mes parents, deux êtres exceptionnels que j'aime énormément. Vous m'avez comblée d'amour et vous m'avez surtout donné un modèle de vie. Vous m'avez ouverte au monde et vous m'avez donné les moyens de faire de belles études. Merci pour votre amour inconditionnel et votre soutien tout au long de ces 28 années de vie et de mes années d'études. Je tiens aussi à remercier mon frère Anwar, et mes sœurs Afifa, Naima et Oumnia pour leur soutien et leur amour. Aucun mot ne peut exprimer ce que je ressens pour vous ni l'ampleur de ma gratitude alors tout simplement MERCI d'être là et MERCI d'être vous, je vous aime très fort !

J'exprime aussi mes remerciements à mes deux beaux-frères Thami et Mohammed Rida, à ma belle-mère Bouchra et à ma belle-sœur Zineb, pour leur affection et leur encouragement constants qui m'ont été d'un grand réconfort sans oublier mes adorables neveux Youness, Youssef ainsi que ma petite princesse Sara.

Enfin, je remercie mon cher époux Othmane qui m'a toujours soutenue encouragée dans mes moments de doute et d'angoisse. Ces quatre ans furent une leçon de vie pour nous deux et ont renforcé nos liens, indubitablement. Merci du fond du cœur, je t'aime très fort !

Firdaous SEKKAY

## RÉSUMÉ

Le transport des matières dangereuses occupe une place importante dans l'économie canadienne, le transport par camion représentant le mode de transport le plus fréquemment utilisé (Gouvernement du Canada, 2012). Par matières dangereuses, on entend « un produit, une substance ou un organisme qui, en raison de sa quantité, de sa concentration ou de ses caractéristiques physiques ou chimiques, pourrait poser un danger réel pour la santé de la population ou l'environnement. » (Gouvernement du Canada, 2012). Chaque opération de chargement ou de déchargement, de transport et de manipulation de ces substances qui peuvent être toxiques, explosives, corrosives, inflammables, présente un risque d'accidents de travail et de maladies professionnelles. D'une façon générale, l'ensemble du secteur du transport routier des marchandises connaît un essor important au Canada. Plus de 270 000 travailleurs (1.45 % de la population active) sont employés comme chauffeurs de camions de fret général ou spécialisé au Canada (Statistique Canada, 2018). En 2016, la conduite de camions était la profession la plus répandue chez les hommes canadiens (Statistique Canada, 2017). Néanmoins, l'industrie du transport par camion est confrontée à des défis importants en termes de santé et de sécurité au travail (SST).

Le présent travail de recherche a pour objectif de tracer le portrait de la santé musculosquelettique ainsi que d'élaborer une analyse ergonomique du travail des conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses sur de courtes distances (cueillette et livraison) et sur de longues distances (vrac).

Considérant l'importance de la participation des travailleurs dans une démarche d'intervention et compte tenu de la nécessité de comprendre finement le travail, cette étude s'est déroulée en deux étapes. La première a principalement concerné la distribution d'un questionnaire à 249 chauffeurs à travers le Canada. Parmi eux, 130 chauffeurs, ce qui représente un taux de réponse de 52 %, répartis dans 32 localités et dans 6 provinces du Canada, ont accepté de participer à l'étude et ont rempli le questionnaire. La majorité (75 %) des chauffeurs ont été rencontrés et ont rempli le questionnaire en milieu de travail en présence d'un membre de l'équipe afin, le cas échéant, de répondre à leurs questions. Le questionnaire élaboré permet de mesurer la prévalence des douleurs musculosquelettiques (MS) chez les chauffeurs et de documenter les associations entre ces problèmes et les perceptions de l'environnement physique (ex. : postures, application de forces, manutention...), psychosocial (ex. : niveau de latitude décisionnelle dans le travail, soutien social

des supérieurs et des collègues), et organisationnel (ex. : C&L vs Vrac). La deuxième phase de ce travail de recherche a principalement concerné un groupe de 39 camionneurs qui ont accepté de participer à des observations systématiques durant leur travail. Parmi ces chauffeurs, on comptait 18 camionneurs Vrac (14 du Québec et 4 de l'Ontario) et 21 C&L dont 6 de l'Ontario. Différentes informations ont été recueillies durant les observations réalisées : fréquence cardiaque lors d'un test à l'effort sous-maximal et en continu durant la journée de travail, enregistrements vidéo du travail, description des activités réalisées, mesures de force appliquée sur différents objets (ex., poignées de valves, fermeture de portes, mécanisme de tension des sangles, etc.), et les différentes caractéristiques des chauffeurs (ex., âge, poids, taille, fréquence cardiaque de repos).

Globalement, la prévalence de douleurs MS dans au moins une seule partie du corps, chez l'ensemble des camionneurs au cours des 12 mois précédant l'étude est de 43.1 %, cette prévalence a été plus élevée que ce qui a été rapporté pour la population de travailleurs masculins du Québec, et plus élevée chez les camionneurs Vrac que chez les camionneurs C&L. Les douleurs d'origine MS chez les camionneurs Vrac ont été principalement associées aux facteurs de risque psychosociaux et au mode de vie alors que, chez les camionneurs C&L, les douleurs ont été principalement associées à des facteurs de risque physiques. Les résultats des observations systématiques du travail ont montré que le travail des camionneurs alterne entre des tâches variables (conduite de véhicule, chargement ou déchargement des camions, inspections du camion, etc.). Pour les camionneurs Vrac, la journée de travail est trop longue compte tenu de leurs charges physiologiques quotidiennes liées au travail, les exposant ainsi à un risque de fatigue excessive. La charge de travail avait tendance à être plus élevée en hiver (par rapport à l'été). À travers les observations et les réponses des camionneurs, nous avons constaté que les camionneurs Vrac étaient exposés à une combinaison de facteurs de risque pour les douleurs MS au niveau du dos, des membres supérieurs et du cou (longues heures de travail, longue conduite quotidienne, vibrations transmises à l'ensemble du corps, activités exigeantes physiquement, postures contraignantes et statiques après la conduite, effort élevé sur les poignées de vannes). En ce qui concerne les camionneurs C&L, ils passent presque 50 % de la période totale de travail au volant, et 28 % de cette période en dehors de la cabine pour effectuer les tâches de chargement/déchargement de bouteilles. Leur charge de travail dans son ensemble n'a pas été jugée physiquement exigeante d'un point de vue physiologique, cependant des pointes de fréquence cardiaque indiquant des situations de travail exigeantes lors de la manipulation de bouteilles de gaz

ont été décelées. De plus, des postures contraignantes étaient souvent adoptées lors des activités de manutention manuelle (lever, baisser, porter, rouler et tirer) et dans la plupart des situations, selon des méthodes d'évaluation, se révélaient non sécuritaires.

En conclusion, les résultats de cette thèse permettent d'élaborer une image complète de la réalité du travail des camionneurs, en termes d'exposition physique, et permettent aussi de faire ressortir une cohérence entre la perception des camionneurs mesurée lors d'un sondage par questionnaire et les résultats des observations du travail.



## ABSTRACT

Development of modern society as well as industry induce to an increased need for hazardous materials. Hazardous material is defined as “a product, substance or organism that, by reason of its quantity, concentration or physical or chemical characteristics, could pose a real danger to the health of the population or the environment” (Government of Canada, 2012). Each operation of loading / unloading, transporting, and handling these substances which may be toxic, explosive, corrosive, flammable, presents a potential risk of work accidents and occupational diseases. In Canada, about 70% of the tonnage of dangerous goods is transported by truck (Government of Canada, 2012). The transport trucking industry is an important industrial sector that contributes greatly to the Canadian economy. Over 270 000 workers (1.45% of the labor force) are employed as general or specialized freight truck drivers in Canada (Statistics Canada, 2018). In 2016, transport truck driving was the most common occupation for men in Canada (Statistics Canada, 2017). Nevertheless, the truck driving industry faces important challenges in terms of occupational health and safety (OHS).

The present research work consists of an exploratory study aimed mainly to document the prevalence of self-reported musculoskeletal (MS) pain in different body areas and to assess the work-related physical demands among two groups of Canadian truck drivers (short- and long-haul) all employed by a same multinational company specializing in industrial gas delivery.

Considering the importance of worker participation in the intervention process and given the need to understand the work in detail, this study was conducted in two phases. The first phase involves the distribution of a questionnaire to 249 drivers across Canada in the summer of 2016. Among them, 130 drivers, representing a response rate of 52%, across 32 communities and 6 provinces across Canada, agreed to participate in the study and completed the questionnaire. The majority (75%) of the drivers were met and completed the questionnaire in the presence of the team members to answer any questions they might have. The questionnaire aimed to quantify the prevalence of musculoskeletal pain (MS) in drivers and to investigate associations with self-reported exposures to risk factors for MS outcomes (e.g. postures, application of forces, manual handling ...), psychosocial (e.g. level of decisional latitude in the work, social support of superiors and colleagues), and organizational (e.g. division). The second phase of this research work took place between June 2016 and March 2017, and mainly involved a group of 39 drivers who agreed to participate in systematic observations during their work. Among these drivers, there were 18 Bulk

drivers (14 from Quebec and 4 from Ontario) and 21 P&D drivers including 6 from Ontario. Various types of information were gathered during ride-along: Heart rate measurements during a submaximal step-test and during the work shift, video sequences, direct observation of the work activities, force measurements (e.g. hand-wheel valves, straps, cylinders handling, etc.), ambient conditions measurements, individual characteristics (e.g. age, weight, stature, resting heart rate), etc.

Overall, the prevalence of MS pain in at least one part of the course, among all drivers investigated for the past 12-month was 43.1%. Prevalence of MS pain was higher among industrial gas delivery truck drivers than in the general Quebec male worker population, and higher for Bulk drivers compared to P&D drivers. MS pain in Bulk drivers was mainly associated with psychosocial risk factors and lifestyle; MS pain in P&D drivers was mainly associated with physical risk factors.

The results of systematic work observations have shown that driver work alternates between variable tasks (driving, loading / unloading trucks, truck inspections, etc.). For bulk drivers, the overall workload was found excessive given the shift duration, exposing them to the risk of excessive fatigue. The workload tended to be higher in winter (compared to summer). Through observations and driver responses, we found that Bulk drivers were exposed to a combination of risk factors for MS back, upper limb and neck pain (long working hours, long daily driving, whole-body vibrations, strenuous activities, awkward and static postures following driving, high force exertion on valve handles, handling hoses). For P&D drivers, they spend almost 50% of the total working time behind the wheel, and 28% of that time outside the cab for loading / unloading tasks. The overall work was not excessive given the mean shift duration. However, peak heart rates indicating strenuous work situations when handling gas cylinders were found. Furthermore, awkward postures were often adopted during manual handling activities (lifting, lowering, carrying, rolling atilt, and pulling), which in most situations were found to be unsafe according to current guidelines on Manual Material Handling (MMH).

In conclusion, the results of this thesis allow to elaborate a complete image of the drivers' work reality, in terms of physical exposure, also to highlight at the coherence between the perception of the drivers and the results of the observations of work.

## TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS .....	IV
RÉSUMÉ.....	VI
ABSTRACT .....	IX
TABLE DES MATIÈRES .....	XI
LISTE DES TABLEAUX.....	XVI
LISTE DES FIGURES.....	XIX
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	XXI
LISTE DES ANNEXES.....	XXII
<b>CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Mise en contexte.....	1
1.2 Éléments de la problématique .....	6
1.2.1 Transport de matières dangereuses .....	6
1.2.2 Troubles musculosquelettiques .....	7
1.2.3 Facteurs de risque associés aux TMS.....	9
1.2.4 Évaluation des facteurs de risques physiques .....	10
1.2.5 Évaluation des facteurs de risques psychosociaux .....	12
1.2.6 Plan de la thèse .....	13
<b>CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE.....</b>	<b>15</b>
2.1 Prévalence des TMS chez les conducteurs de poids lourds .....	15
2.2 Facteurs de risque liés aux douleurs MS chez les conducteurs de poids lourds .....	16
2.2.1 Conducteurs de poids lourds sur de longues distances .....	17

2.2.2	Conducteurs de poids lourds sur de courtes distances .....	19
2.3	Charge physique du travail chez les conducteurs de poids lourds .....	21
CHAPITRE 3	DÉMARCHE DE L'ENSEMBLE DU TRAVAIL DE RECHERCHE.....	23
3.1	Problématique de recherche .....	23
3.2	Objectifs de recherche .....	24
3.3	Approches et démarche de recherche.....	24
3.4	Revue de littérature .....	25
3.5	Participants .....	26
3.6	Caractéristiques des participants .....	27
3.7	Variables collectées.....	28
3.7.1	Questionnaire .....	28
3.7.2	Analyse des tâches, des postures de travail et de la manipulation des poignées de vannes et des bouteilles de gaz.....	30
3.7.3	Test à l'effort sous-maximal .....	31
3.7.4	Fréquence cardiaque.....	31
3.7.5	Application de forces .....	33
3.8	Éthique .....	33
CHAPITRE 4	ARTICLE 1: RISK FACTORS ASSOCIATED WITH SELF-REPORTED MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG SHORT AND LONG DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS .....	34
4.1	Introduction .....	35
4.2	Methods.....	47
4.2.1	Participants .....	47
4.2.2	Questionnaire Design .....	48
4.2.3	Data Analysis .....	49

4.3	Results .....	50
4.3.1	Characteristics of participants and prevalence of MS pain .....	50
4.3.2	Risk factors for MS pain .....	53
4.4	Discussion .....	66
4.4.1	Prevalence of MS pain .....	66
4.4.2	Risk factors for MS pain .....	67
4.4.3	Study Limitations .....	72
4.5	Conclusion.....	74
CHAPITRE 5 ARTICLE 2: ASSESSMENT OF PHYSICAL WORK DEMANDS OF LONG-DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS .....		76
5.1	Introduction .....	77
5.2	Methods.....	79
5.2.1	Observational field study .....	79
5.2.2	Perceived physical demands.....	85
5.3	Results .....	85
5.3.1	Characteristics of participants .....	85
5.3.2	Composition of the workday .....	86
5.3.3	Posture .....	87
5.3.4	Physiological strain and peak loads .....	88
5.3.5	Valve handling force and location .....	93
5.3.6	Perceived physical demands.....	94
5.4	Discussion .....	95
5.4.1	Physical condition of truck drivers.....	95
5.4.2	Physical workload assessment .....	97
5.4.3	MS pain and potential risk factors.....	99

5.4.4	Study limitations .....	102
5.5	Conclusion.....	104
CHAPITRE 6   ARTICLE 3: ASSESSMENT OF PHYSICAL WORK DEMAND OF SHORT DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS .....		106
6.1	Introduction .....	107
6.2	Methods.....	109
6.2.1	Observational field study .....	109
6.2.2	Perceived physical demands.....	115
6.3	Results .....	116
6.3.1	Characteristics of the participants .....	116
6.3.2	Composition of a workday .....	117
6.3.3	Posture.....	118
6.3.4	Manual handling of gas cylinders .....	120
6.3.5	Physiological strain and peak loads .....	122
6.3.6	Force application.....	126
6.3.7	Perception of physical demands.....	127
6.4	Discussion .....	129
6.4.1	Physical condition of truck drivers.....	130
6.4.2	Physical workload assessment .....	131
6.4.3	Exposure to occupational risk factors .....	133
6.4.4	Limitations of the study.....	138
6.5	Conclusion.....	140
CHAPITRE 7   DISCUSSION GÉNÉRALE .....		141
7.1	Prévalence des douleurs musculosquelettiques.....	142
7.2	Prévalence des facteurs de risque et leur association aux TMS .....	142

7.3	Analyse ergonomique liée à l'activité du travail.....	143
7.4	Limites et portées de la thèse .....	147
7.5	Recherches futures .....	152
CHAPITRE 8	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	154
RÉFÉRENCES	.....	156
ANNEXES	.....	181

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Total des jours d'absence ainsi que nombre total avec absences pour l'ensemble des lésions ainsi que les TMS déclarés et acceptés par la CNESST entre 2007 et 2016 chez les camionneurs travaillant dans différents types d'industries .....	4
Tableau 3.1 Nombre de participants et méthodes utilisées par article scientifique .....	27
Tableau 3.2 Principales caractéristiques des participants .....	28
Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers .....	39
Table 4.2 Main characteristics of study participants.....	51
Table 4.3 Prevalence of reported MS pain among truck drivers (Bulk and P&D) over the past 12-month period and the past 7-days period and comparison to the male worker population of Quebec (EQCOTESST). .....	52
Table 4.4 Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression.....	55
Table 4.5 Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression. ....	57
Table 4.6 Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression.....	60
Table 4.7 Correlation matrix for the main dimensions of JCQ (Karasek) and ERI (Siegrist) models .....	63
Table 4.8 Results from the multivariate logistic regression model using covariates selected from the univariate regressions for all truck drivers pooled, Bulk driver and P&D driver subgroups separately.....	65



Table 5.1 Summary of the methods used in the present study .....	82
Table 5.2 Main characteristics (mean $\pm$ SD (range)) of study participants ( $N=13$ ) .....	86
Table 5.3 Duration mean, standard deviation (SD), range and % of total working time (TWT), of tasks, with number of deliveries per working day ( $N=13$ drivers).....	87
Table 5.4 Average frequency and duration spent in awkward postures for Bulk drivers .....	88
Table 5.5 Measured heart rate (HR), percent heart rate reserve (%HR <sub>res</sub> ), work metabolism (WM), percent maximum work capacity (%MWC), and daily energy expenditure (EE), in drivers' work.....	90
Table 5.6 Occurrence and proportion of activities related to peak heart rate values in excess of 30 bpm above average.....	92
Table 5.7 Comparison of main characteristics between the two groups of Bulk drivers.....	103
Table 6.1 Summary of the methods used in the present study .....	112
Table 6.2 Description of the multipliers and their corresponding factors.....	114
Table 6.3 Main characteristics of study participants ( $N=19$ ) .....	116
Table 6.4 Duration mean, standard deviation (SD), range and % of Total Working Time (TWT) of tasks, with the number of deliveries per work day for $N= 19$ drivers.....	117
Table 6.5 Average frequency (no./min) and average duration spent in awkward postures expressed in % of the period analyzed, for P&D drivers ( $N=10$ ) .....	119
Table 6.6 Daily average frequency of manual delivery of cylinders, classified by weight, for P&D drivers ( $N=10$ ).....	120
Table 6.7 Mean (range) of weights lifted, lowered, and carried (actual) by drivers ( $N=10$ ), and AdjMAW.....	121
Table 6.8 Measured heart rate (HR), percent heart rate reserve (%HR <sub>res</sub> ), work metabolism (WM), percent maximum work capacity (%MWC), and total daily energy expenditure (TEE).....	122
Table 6.9 Mean real duration and Maximal Working Time (MAWT), according to Wu and Wang, (2001, 2002), for P&D drivers ( $N=19$ ) .....	123
Table 6.10 Tasks, activities and work conditions related to peak loads in 10 P&D drivers.....	125

Table 6.11 A comparison of actual mean pulling forces (Actual) by 5 drivers and AdjMAF.....	127
Table 6.12 Comparison of the main characteristics between the two groups of P&D drivers ....	139
Tableau 7.1 Récapitulatif des principaux résultats par étude.....	151

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Synthèse des prévalences des douleurs MS autorapportées par les conducteurs de poids lourds, observées dans les études précédentes. ....	16
Figure 3.1 Principales étapes de la méthodologie de recherche.....	25
Figure 5.1 Awkward postures while a) Delivering, b) Driving and c) Doing paper work .....	88
Figure 5.2 MAWT, total workday length and %HR <sub>res</sub> over the workday .....	91
Figure 5.3 Heart rate profile for one of the drivers. S: step test, I: inspecting truck, D: driving, L: delivering, P: preparing loads, U: pausing (lunch), *: HR <sub>peak</sub> .....	92
Figure 5.4 Examples of field activities including peak heart rates. a) Opening valve; b) Connecting hose; c) Using hammer.....	93
Figure 5.5 Driver handling valve, a) at a customer's site, b) in the back of tanker-trailer. ....	94
Figure 5.6 Percent entries made by the drivers who participated in the questionnaire study (Q: 46 drivers made 111 entries) and in the observational study (O: 9 drivers made 22 entries), per physically demanding tasks/activities linked to self-reported MS pain, in the neck, back, and upper limb. ....	95
Figure 6.1 Awkward posture while a) delivering, b) driving, and c) handling work paper .....	119
Figure 6.2 Postures adopted when handling a tall cylinder: a) by a 1.85 m driver, b) by a 1.67 m driver, c) when a platform is involved .....	119
Figure 6.3 Images of drivers a) rolling two cylinders >50 kg, b) carrying one cylinder < 25kg, c) lowering cylinder <25 kg, d) lifting one cylinder > 25 kg, and e) pulling with a trolley one cylinder > 50 kg.....	121
Figure 6.4 Heart rate profile for one of the drivers S: step test, I: inspecting truck, D: driving, L: delivering, P: preparing loads, U: pausing (lunch), *: HR <sub>peak</sub> .....	126
Figure 6.5 Examples of work activities causing peak heart rates. (a) Pushing a heavy cart on a gravel surface, (b) Rolling a cylinder up-slope on gravel, (c) Rolling down a cylinder on a narrow, inclined, uneven path .....	126

Figure 6.6 Images of drivers while a) Opening the side curtain, b) Closing truck rear door, and c) Handling the ratchet strap .....	127
Figure 6.7 Proportions of Q (drivers who participated in the questionnaire study only: N=59) and O (drivers who participated in both the questionnaire and observational study: N=12), assessing the level of physical demands .....	128
Figure 6.8 Percent of entries made by the drivers who participated in the questionnaire study (Q: 43 drivers made 97 entries) and in the observational study (O: 10 drivers made 29 entries), for physically demanding tasks/activities linked to self-reported MS pain in the neck, back, and upper limbs.....	129

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BLS : Bureau of Labor Statistics

BMI : body mass index

CCR : coût cardiaque relatif

CD : courte distance

CNESST : Commission des normes de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail

FC : fréquence cardiaque

HR : heart rate

IMC : indice de masse corporelle

INRS : Institut national de recherche et de sécurité

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en Sécurité du travail

LBP : low back pain

LD : longue distance

MSD : musculoskeletal disorders

MWC : maximum work capacity

P&D : pick up and delivery

TMD: transport des marchandises dangereuses

TMS : troubles musculosquelettiques

WBV : whole body vibrations

WM : work metabolism

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe A Certificat de conformité éthique .....	181
Annexe B Formulaire d'information et de consentement .....	182
Annexe C Questionnaire .....	188
Annexe D Annexe article 1 .....	238

## CHAPITRE 1 INTRODUCTION

En guise d'introduction, nous présentons le contexte de la présente recherche ainsi que des définitions des éléments clés de la problématique.

### 1.1 Mise en contexte

Le point de départ de ce travail de recherche repose sur une collaboration entre Polytechnique Montréal, l'Université de Montréal et un partenaire industriel basé au Canada. Il s'agit d'une multinationale, soucieuse d'améliorer le bilan de santé et de sécurité de ses employés, qui produit et distribue différents types de gaz industriels en bouteille ou en vrac.

Le projet global a pour objectif d'évaluer les facteurs de risques liés à l'environnement de travail et au contexte organisationnel des camionneurs qui transportent le gaz industriel, identifiés comme population prioritaire par la compagnie afin de lui permettre de mieux cibler les activités de formation et de prévention, ainsi que les mesures correctives à appliquer. L'ensemble du projet de recherche est structuré en cinq volets et penche vers une approche multidisciplinaire de la santé et de la sécurité du travail qui inclut la psychologie des comportements humains, l'ergonomie et le management de la sécurité. Le présent travail s'insère dans le troisième volet du projet. Le premier volet concerne l'identification des causes immédiates des accidents de travail telles qu'identifiées et compilées dans les bases de données de la compagnie. Un second volet s'intéresse à dégager et valider de nouvelles pistes d'amélioration entourant les procédures d'enquête et d'analyse d'accidents. Le troisième volet, qui nous intéresse particulièrement ici, a pour objectif de dresser le portrait de la santé musculosquelettique des conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses et de faire ressortir les éléments de risque liés à l'ergonomie. Le quatrième volet vise à décrire de façon détaillée le travail de chauffeurs de façon à en faire ressortir les éléments de risque liés à la sécurité du travail et, enfin, le cinquième vise à documenter les dynamiques propres à l'environnement immédiat de travail et au contexte organisationnel susceptibles de moduler les pratiques sécuritaires de travail chez les chauffeurs.

Le transport routier des marchandises est situé dans un contexte de transformations sociales et économiques qui a dû apprendre à composer avec une plus grande ouverture des marchés entre les provinces canadiennes. Au Canada, plus de 270 000 travailleurs, ce qui représente 1.45 % de la population active, sont employés comme conducteurs de camions (marchandises générales ou

spécialisées) (Statistique Canada, 2018). Depuis 2016, cette profession est la plus courante chez les hommes canadiens (Statistique Canada, 2017). Ce type d'emploi est confronté à des défis continus en termes de santé et de sécurité au travail. Au Canada, durant la période de 2015 à 2017, le secteur « transport et entreposage » a connu une légère hausse pour ce qui est du nombre d'accidents avec pertes de temps acceptées, passant de 15 538 à 16 310 (ACATC, 2018). Au Québec, l'industrie de camionnage enregistre à elle seule 1830 lésions professionnelles annuelles avec pertes de temps indemnisées (PTI) par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST), et occupe ainsi le 8<sup>e</sup> rang des groupes cibles à fort volume de lésions professionnelles avec PTI (IRSST, 2017). Il est généralement admis que le travail des conducteurs de véhicules lourds est physiquement exigeant et que ces exigences ont des effets négatifs sur la santé. Les tâches effectuées sont de nature très diverse (par exemple, conduite, chargement et déchargement du camion, inspections du camion...), et le caractère répétitif de ces tâches augmente le risque de blessure. Selon le type d'industrie, certaines de ces tâches peuvent être assez complexes (par exemple avec des marchandises dangereuses). Aux États-Unis, Lin et Cohen (1997) ont analysé les déclarations d'accidents et de maladies professionnelles pour *l'industrie du transport routier des marchandises* et ont montré que les types d'accidents les plus fréquemment rapportés étaient « glissades et chutes » suivis par « heurt par un objet » et « effort excessif ». La nature du travail expose les camionneurs à de longues périodes de travail (jusqu'à 14 heures par jour), à une position assise prolongée combinée à une exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps, à des situations de travail exigeantes en dehors de la cabine, ainsi qu'à des modes de vie malsains. En conséquence, ces conducteurs courent un risque accru de développer des maladies professionnelles. Dans une étude menée dans l'État de Washington, Smith et Williams (2014) ont constaté que les troubles musculosquelettiques (TMS) liés au travail étaient parmi les maladies les plus courantes chez les conducteurs de camions dans différentes industries. Les troubles musculosquelettiques liés au travail sont des affections multifactorielles à composante professionnelle qui résultent d'un écart entre les capacités fonctionnelles dépassées par les sollicitations biomécaniques imposées. Ces troubles ne sont pas liés à des origines traumatiques et accidentelles, telles que les chutes, l'écrasement et le coincement, mais résultent principalement des gestes répétitifs, des efforts excessifs, et des postures contraignantes. Aux États-Unis, le secteur privé « transport par camion » comptait 9580 cas de TMS en 2017, ce qui représente 30 % de l'ensemble des maladies professionnelles avec PTI (BLS, 2019a).



Nous avons examiné des statistiques des principaux risques de lésions chez les camionneurs québécois, considérés comme « personnel d'exploitations » du secteur « transport et entreposage », qui proviennent de la base de données des lésions professionnelles déclarées et acceptées par la CNESST entre 2007 et 2016. Pour cette période, le nombre total de TMS était de 918 cas, ce qui représente 8.2 % de l'ensemble des lésions professionnelles, soit plus d'une lésion sur douze. Cependant, cette proportion correspondait à plus de 11 % du total des jours d'arrêt de travail, soit 239 937 jours d'absences. Près de la moitié des TMS indemnisés touchent les membres supérieurs, notamment les épaules, et près du quart impactent le dos, y compris la colonne vertébrale (sauf cervicale), et la moelle épinière. Le tableau 1 présente l'ensemble des lésions avec absences ainsi que celles liées aux TMS chez les camionneurs.

Tableau 1.1 Total des jours d'absence ainsi que nombre total avec absences pour l'ensemble des lésions ainsi que les TMS déclarés et acceptés par la CNESST entre 2007 et 2016 chez les camionneurs travaillant dans différents types d'industries

	Toutes les lésions				TMS			
	Total des jours d'abs.	Nbr de lésions avec absence	Total des jours d'abs.	Nbr de lésions avec abs.	Épaules, y compris clavicule et omoplate		Dos, y compris colonne vertébrale (sauf cervicale), moelle épinière	
					Total des jours d'abs.	Nbr de lésions avec abs.	Total des jours d'abs.	Nbr de lésions avec abs.
Transport local par camion de marchandises diverses	297 604	1 244	36 696	96	14 215	43	8 649	21
Transport par camion de marchandises diverses sur de longues distances	1 019 086	6 163	131 772	543	65 445	267	45 701	134
Déménagement de biens usagés de maison et de bureau	19 221	109	2 073	8	1 318	2	60	2
Transport local par camion d'autres marchandises spéciales (sauf les biens usagés)	56 550	307	5 607	17	1 348	5	1 144	3
Transport local par camion de produits forestiers	77 952	283	2 121	18	2 008	11	27	3
Transport local par camion de vrac liquide	15 140	51	17	1			17	1
Transport local par camion de vrac solide	179 340	675	14 346	39	5 592	14	4 180	11
Transport par camion d'autres marchandises spéciales sur de longues distances (sauf les biens usagés)	103 468	456	17 498	40	7 760	17	452	8
Transport par camion de produits forestiers sur de longues distances	71 870	315	3 265	27	1 869	13	148	5
Transport par camion de vrac liquide sur de longues distances	99 793	538	11 562	46	4 470	17	3 973	11

Tableau 1.1 Total des jours d'absence ainsi que nombre total avec absences pour l'ensemble des lésions ainsi que les TMS déclarés et acceptés par la CNESST entre 2007 et 2016 chez les camionneurs travaillant dans différents types d'industries (suite et fin)

	<b>Toutes les lésions</b>				<b>TMS</b>			
	<b>Total des jours d'abs.</b>	<b>Nbr de lésions avec absence</b>	<b>Total des jours d'abs.</b>	<b>Nbr de lésions avec abs.</b>	<b>Épaules, y compris clavicule et omoplate</b>		<b>Dos, y compris colonne vertébrale (sauf cervicale), moelle épinière</b>	
					<b>Total des jours d'abs.</b>	<b>Nbr de lésions avec abs.</b>	<b>Total des jours d'abs.</b>	<b>Nbr de lésions avec abs.</b>
Transport par camion de vrac solide sur de longues distances	211 514	1 078	14 980	83	8 311	49	3909	19
<b>Total</b>	<b>2 151 538</b>	<b>11 219</b>	<b>239 937</b>	<b>918</b>	<b>112 336</b>	<b>438</b>	<b>68 260</b>	<b>218</b>

## 1.2 Éléments de la problématique

### 1.2.1 Transport de matières dangereuses

Face au développement de la société moderne ainsi que de l'industrie, le besoin de recourir à des matières dites « dangereuses » est de plus en plus courant. Par matières dangereuses, on entend « un produit, une substance ou un organisme qui, en raison de sa quantité, de sa concentration ou de ses caractéristiques physiques ou chimiques, pourrait poser un danger réel pour la santé de la population ou l'environnement. » (Gouvernement du Canada, 2012). Chaque opération de chargement ou de déchargement, de transport et de manipulation de ces substances qui peuvent être toxiques, explosives, corrosives, inflammables, présente un risque d'accidents de travail et de maladies professionnelles.

Au Canada, environ 70 % du tonnage du transport de marchandises dangereuses (TMD) se fait par le mode routier (Gouvernement Canada, 2012). En 2012, l'industrie canadienne du camionnage pour compte d'autrui a transporté 650 millions de tonnes de marchandises, dont près de 17 % étaient des marchandises dangereuses (Statistique Canada, 2015). Au Québec, d'après l'enquête nationale en bordure de route sur le camionnage entre 2006 et 2007, la proportion de camions qui transportent des marchandises dangereuses sur le réseau, se situe à 6.3 % de l'ensemble des déplacements avec de la marchandise à bord, avec 11 700 déplacements interurbains par semaine. Les distances moyennes parcourues par ces marchandises sont moins longues (346 km) que les autres types marchandises qui font une moyenne de 439 km de route. Cependant, la masse moyenne des marchandises dangereuses transportées par camion (19.4 t) est, quant à elle, plus élevée que celle des autres déplacements (14.4 t) (Ministère des Transports du Québec, 2013).

Selon le Guide sur le transport des matières dangereuses au Québec (Ministère des Transports du Québec, 2013), les matières dangereuses doivent être « transportées dans des contenants normalisés (à moins qu'ils n'en soient exemptés) de façon à éviter toute possibilité de rejet ». En outre, tout contenant normalisé doit « porter une indication qui démontre que celui-ci a été fabriqué conformément aux normes de sécurité qui s'appliquent à ce type de contenant ».

- Petits contenants : ils peuvent être des bouteilles, des seaux, des cylindres, ayant une capacité inférieure ou égale à 450 litres.

- Grands contenants : ils ont une capacité supérieure à 450 litres. Ils peuvent être des citernes routières, de grands récipients pour le vrac (GRV) ou de citernes amovibles.
- Grands récipients pour le vrac : ils sont destinés au transport en vrac, et ils ont une capacité qui varie entre 1 500 et 5 000 litres en fonction de la matière transportée et du type de contenant utilisé. Ces contenants doivent être inspectés périodiquement.
- Camions-citernes : ils doivent être testés périodiquement, en fonction du type de citerne.

Pour sa politique de transport, le partenaire industriel effectue la livraison de ses produits dans des contenants, bouteilles ou bonbonnes, et dans des citernes en vrac, moyennant l'utilisation de camions-citernes.

Les deux modes de transport permettent de distinguer deux types de camionneurs :

- Camionneur cueillette et livraison (C&L) ayant comme tâches principales la conduite et la livraison des bouteilles de gaz à plusieurs clients par jour. Il est amené à conduire sur de courtes distances et sa journée de travail est caractérisée par des horaires de travail réguliers.
- Camionneur de vrac (Vrac) ayant comme tâches principales la conduite du camion-citerne et la livraison du gaz en vrac à quelques clients par jour. Il est amené à conduire sur de longues distances et sa journée de travail est caractérisée par des horaires irréguliers.

### 1.2.2 Troubles musculosquelettiques

Dans ce travail, nous nous intéressons aux troubles musculosquelettiques (TMS) dont l'origine est associée à une activité professionnelle. Les TMS peuvent être définis comme étant des atteintes douloureuses aux structures corporelles (muscles, articulations, tendons, ligaments, nerfs, os et système de circulation sanguine localisée), causés, aggravés ou accélérés par le travail lui-même, ou par l'environnement de travail généralement (Nunes et Bush, 2012). Dans un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), Luttmann et al. (2004) définissent les TMS comme étant des atteintes de « l'appareil locomoteur (membres et dos), c'est-à-dire des muscles, des tendons, du squelette, des cartilages, des ligaments et des nerfs ». Ces « pathologies surviennent notamment lorsque la charge de travail mécanique est supérieure à la capacité fonctionnelle des différents constituants de l'appareil musculosquelettique ». Ils précisent que les phases de développement de la maladie passent « des troubles légers et passagers jusqu'aux lésions

irréversibles et aux états chroniques d'incapacité ». Ce travail ne s'intéresse pas aux TMS d'origine traumatiques liés à un événement accidentel unique, tel qu'une collision, une chute, un écrasement ou un coincement.

Les TMS sont coûteux pour les entreprises et aussi pour l'ensemble de la société. En plus des coûts directs associés à ces lésions (soins médicaux, frais d'indemnisation, etc.) qui ne représentent qu'une partie des coûts totaux engendrés par les TMS, il y a d'autres coûts indirects qui y sont associés (absentéisme, modifications des équipements, formation, perte de production, etc.). Aux États-Unis, l'année 2017 a enregistré un total de 882 730 déclarations avec PTI pour l'ensemble des lésions et maladies professionnelles (BLS, 2019b), et 282 750 déclarations avec PTI associées aux TMS dans le secteur privé (BLS, 2019a), ce qui représente presque 33 % du total des demandes d'indemnisation annuelles. En milieu de travail, les TMS sont des problèmes de santé fréquents et coûteux. Les données concernant les demandes d'indemnisation dans les différentes provinces indiquent que les TMS représentent de 25 % à 60 % du total des demandes d'indemnisation annuelles (Gouvernement du Canada, 2011). Entre 2014 et 2017 au Québec, une légère hausse de la proportion des lésions musculosquelettiques liées au travail a été reconnue par la CNESST, passant de 29.4% en 2014 à 29.7% en 2017, de l'ensemble des lésions professionnelles indemnisées par cet organisme (CNESST, 2018). Plus que 60 % des TMS se trouvent au niveau de trois parties corporelles (39.7% au niveau de région lombaire, 14.8% aux épaules et 7.8% à la région dorsale).

L'enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi et de santé et sécurité au travail (EQCOTESST) qui a été menée entre novembre 2007 et février 2008, estime qu'un travailleur québécois sur cinq (20.5%) est atteint de TMS liés au travail, traduits par des douleurs ayant touchés au moins une partie du corps et qui dérangent ses activités, ressenties souvent ou tout le temps et attribuées complètement ou partiellement à son emploi principal au cours des 12 derniers mois (Stock et al., 2011). D'après les données d'une récente enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) réalisée en 2014-2015, cette proportion a augmenté, atteignant les 25 % (Camirand et al., 2016). Dans les deux enquêtes, les TMS au dos et aux membres supérieurs touchent une plus grande proportion de la population en emploi, et la proportion des TMS est plus importante chez les travailleurs qui sont exposés à un niveau élevé de contraintes physiques en milieu de travail que chez ceux qui n'y sont pas exposés. La comparaison des résultats liés aux TMS des deux enquêtes a été faite après avoir vérifié que les indicateurs choisis sont comparables, puisque la section liée aux TMS a été élaborée à partir du questionnaire nordique (Kuorinka et al.,

1987) et que la même règle de construction de ces indicateurs a été appliquée dans les deux enquêtes. Cependant, il est à signaler que le terme « travailleur » est défini différemment dans chacune des enquêtes. Dans l'EQCOTESST, on définit comme travailleur « une personne de 15 ans ou plus qui occupe un emploi rémunéré à titre d'employé ou de travailleur autonome depuis au moins 8 semaines à raison de 15 heures par semaine » alors que, dans l'EQSP, un travailleur est considéré comme « une personne de 15 ans ou plus occupant un ou plusieurs emploi(s) rémunéré(s) à temps plein ou à temps partiel, salarié ou à son compte ».

### 1.2.3 Facteurs de risque associés aux TMS

D'après des études épidémiologiques, les facteurs de risque liés aux TMS se divisent en trois catégories : physiques, psychosociaux et individuels (Bernard, 1997 ; Buckle et Devereux, 1999). Il existe plusieurs modèles théoriques liés au développement des TMS qui impliquent des aspects biomécaniques, comportementaux, et psychosociaux. L'apparition des TMS reflète une interaction complexe entre les charges physiques, mentales, biomécaniques, physiologiques, comportementales et cognitives (Bongers et al., 2002 ; NRC/IM, 2001).

- Facteurs de risque physiques

Plusieurs facteurs de risques physiques ont été directement liés à l'apparition des troubles musculosquelettiques. Pour les membres supérieurs, on retrouve le travail répétitif, la posture contraignante et la posture statique prolongée (Ohisson et al., 1995). En ce qui concerne la lombalgie, on retrouve la manutention (Mital et al., 1993), des postures penchées ou en torsion et les mouvements excessifs (Hoogendoorn et al., 1999), le levage répétitif (Marras et al. 1993), l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps (Bovenzi et al., 2006 ; Burström et al., 2015). Les mouvements répétitifs et les mouvements intensifs de la main, seuls ou combinés à d'autres facteurs de risque, contribuent au développement des TMS au niveau des mains/poignets (Barr et al., 2004).

- Facteurs de risque psychosociaux

Les facteurs de risques psychosociaux qui concernent à la fois les facteurs psychologiques et organisationnels liés au travail peuvent influencer directement ou indirectement l'évolution des douleurs musculosquelettiques (Sauter et Swanson, 1996). Le climat social du travail, la satisfaction, l'autonomie décisionnelle peuvent avoir un lien direct ou indirect avec le

développement des douleurs (Ariëns et al., 2001 ; Christensen et Knardahl, 2012 ; Kraatz et al., 2013 ; Lang et al., 2012). Des études ont souligné qu'un environnement de travail caractérisé par un niveau élevé de soutien et de contrôle des situations de travail peut avoir un effet protecteur sur les douleurs au cou, aux épaules et au dos (Christensen, Knardahl, 2010 ; Hoogendoorn et al., 2001). Alors qu'il est suggéré que les exigences élevées de travail, la tension ou les conflits augmentent les niveaux de douleur (Christensen, Knardahl, 2010 ; Hoogendoorn et al., 2001 ; Kraatz et al., 2013).

- Facteurs de risques individuels

D'autres facteurs de risques non reliés au travail contribuent au développement des TMS chez les travailleurs, il s'agit des facteurs individuels (Bernard, 1997). Ces facteurs sont liés aux caractéristiques inhérentes des individus. Parmi ces facteurs, on retrouve l'âge, le sexe, la scolarité, les habitudes personnelles, telles que le tabagisme, la consommation d'alcool, l'activité physique... Plusieurs facteurs de risques individuels ont été étudiés, mais très peu d'auteurs ont pu démontrer clairement des liens pertinents entre ces facteurs et le développement des TMS. L'association la plus cohérente et la plus forte est celle de l'antécédence des TMS, avec des associations moins fortes liées à l'âge, l'obésité, le tabagisme et le sexe (Garg et Moore, 1992 ; Kelsey et Golden, 1987). D'un autre point de vue (Messing et al., 2009 ; Stock et Tissot, 2012) considèrent que les principaux facteurs de risques liés directement à l'apparition des TMS, pourraient varier selon le sexe.

## 1.2.4 Évaluation des facteurs de risques physiques

Plusieurs méthodes ont été élaborées et développées afin d'évaluer l'exposition aux facteurs de risques, qui contribuent à l'apparition des troubles musculosquelettiques (van der Beek et Frings-Dresen, 1998). La majorité de ces méthodes ont été classifiées en trois grandes catégories (van der Beek et Frings-Dresen, 1998 ; Winkel et Mathiassen, 1994).

- Méthodes d'auto-évaluation

Selon David (2005), les méthodes d'auto-évaluation sont simples à utiliser, applicables à une grande diversité des situations de travail et appropriées un grand nombre de sujets à un coût relativement faible. De grandes tailles d'échantillons sont normalement nécessaires pour s'assurer que les données recueillies soient représentatives des groupes professionnels étudiés.



L'inconvénient de l'utilisation de ces méthodes subjectives est l'imprécision et le manque de fiabilité des perceptions des travailleurs. L'étude de Viikari-Juntura et al. (1996) a relevé cette imprécision, en considérant que les travailleurs ayant déjà des douleurs sévères au bas du dos ou au niveau du cou, par exemple, ont tendance à surestimer la durée d'exposition et la fréquence des charges physiques exigeantes. En outre, avec ces méthodes d'auto-évaluation, il y a toujours un risque d'incompréhension et d'une interprétation erronée des questions, selon le niveau de scolarité des travailleurs (Spielholz et al., 2001).

- Méthodes d'observation simplifiées

Ces méthodes sont développées pour évaluer systématiquement l'exposition en milieu de travail, qui permettra à un observateur d'enregistrer directement des données sur un certain nombre des facteurs de risque. Certaines de ces méthodes permettent l'évaluation d'un seul facteur de risque, par exemple les forces, ou la charge de travail, ou encore les postures de différentes parties du corps, mais la majorité des méthodes développées, tiennent compte de différentes combinaisons des facteurs de risque (Ringelberg et al., 2002).

- Méthodes d'observation avancées

Ces méthodes permettent d'évaluer les efforts musculaire ou articulaire, la charge posturale aussi, afin d'analyser les stratégies de mouvements et des gestes effectués en temps réel d'une activité de travail.

Ces méthodes se basent principalement sur des enregistrements vidéo, permettant de prendre en compte la nature dynamique des activités. Par la suite, les données sont analysées objectivement en utilisant des logiciels dédiés (David, 2005), de simulation par exemple, et qui peuvent se baser sur des modèles biomécaniques, en considérant le corps humain comme étant une chaîne cinématique avec des liaisons d'articulation. Des calculs de moments et de forces sont établis à l'aide des données d'entrée, comme les données anthropométriques, la posture et les charges externes (Chaffin al., 1999).

- Mesures directes

Ces méthodes impliquent la mesure des facteurs de risques physiques, en utilisant des équipements de contrôle qui dépendent des capteurs reliés directement au travailleur pour la mesure des variables d'exposition au travail (David, 2005). Parmi les méthodes les plus répandues,

l'électromyographie (EMG) se base sur l'enregistrement synchrone et l'analyse informatisée de l'activité. Il s'agit d'une technique d'évaluation et d'enregistrement de l'activité électrique ou de la tension produite par le muscle squelettique (Wells et al., 1997). L'EMG est utilisé à la fois pour les efforts musculaires volontaires et pour l'électrostimulation afin d'estimer l'activité musculaire, l'exposition interne, et ainsi de fournir une estimation du risque de développement d'un problème éventuel de santé (Sepp et al., 2015).

### 1.2.5 Évaluation des facteurs de risques psychosociaux

Dans la littérature, plusieurs études ont démontré l'aspect multifactoriel du développement des TMS, et ont souligné l'impact des facteurs de risque psychosociaux sur la santé musculosquelettique chez les travailleurs (Hauke et al., 2011 ; Macfarlane et al., 2009 ; Punnett et al., 2004).

Une étude menée par Stock et al. (2013), propose des modèles pour la compréhension de l'évolution des facteurs psychosociaux liés au travail : la demande psychologique, la latitude décisionnelle, le soutien social, et la récompense, ainsi que l'environnement organisationnel. Les plus utilisés de ces modèles sont décrits ci-après.

- Le modèle « demande-contrôle-soutien social », proposé par Karasek, Theorell et Johnson

Ce modèle combine trois facteurs de risque psychosociaux : la demande psychologique liée aux exigences de l'accomplissement de la tâche, la latitude décisionnelle qui est liée au niveau de contrôle sur le travail et d'autonomie de développer les compétences au travail et le soutien social qui regroupe l'ensemble des relations sociales et leurs interactions, de la part de collègue et les superviseurs. Le modèle suppose qu'une forte demande psychologique combinée à une faible latitude décisionnelle (du "job strain") représente un risque pour la santé physique et psychique, et soutien social peu élevé accentue l'effet négatif du "job strain". Donc, le soutien social joue le rôle d'un modulateur de la combinaison demande/latitude (van Wassenhove, 2014).

- Le déséquilibre entre l'effort et la récompense au travail proposé par Siegrist

Selon Siegrist (1996), quand le travailleur se trouve face à une situation de travail dans laquelle il a à investir un effort supérieur au degré de reconnaissance perçue, il subit un stress ayant des conséquences néfastes pour sa santé. Dans ses études, Siegrist, (1996) ; (2012), a décomposé la récompense au travail en trois niveaux. Le premier est celui des récompenses salariales, puis il y a

le respect ou la reconnaissance sociale au travail, et finalement les perspectives de promotion y compris la sécurité d'emploi. Pour la notion d'effort, Siegrist (2012) fait deux distinctions : la première est liée à l'effort que les tâches ou l'environnement de travail exigent. La deuxième distinction concerne un effort dit « intrinsèque », qui découle des motivations et des attentes du travailleur.

- Les dimensions du questionnaire de Copenhague proposées par Kristensen et collègues

Il s'agit d'un questionnaire d'auto-évaluation, caractérisant, les modes d'organisation du travail, les tâches de travail, les relations interpersonnelles, le leadership au travail... Il s'applique à une large gamme d'activités. D'après Kristensen et al. (2005), cette méthode d'évaluation propose un questionnaire à trois niveaux de complexité et de longueurs différentes, une version longue dédiée aux travaux de la recherche, une version de longueur moyenne pour les professionnels de l'environnement de travail et une version courte pour l'évaluation du poste de travail, tout en ayant les mêmes bases théoriques. En outre, cette méthode permet de décrire un grand nombre de facteurs psychosociaux pertinents : l'environnement de travail, la santé le bien-être et la personnalité. Finalement, le questionnaire comprend cinq dimensions de la demande, y compris la dimension émotionnelle et cognitive.

### 1.2.6 Plan de la thèse

Cette thèse est organisée en sept chapitres. Le chapitre 1 a permis de faire une mise en contexte. Le chapitre 2 vise à dresser l'état de connaissances des principaux sujets abordés dans cette thèse, soit la prévalence des TMS, les facteurs de risques qui leur sont associés et l'évaluation de la charge physique de travail des conducteurs de poids lourds sur de longues distances (LD) et de courtes distances (CD). Pour sa part, le chapitre 3 définit l'objectif principal et les objectifs spécifiques de la recherche, et expose la démarche et la méthodologie de recherche pour l'ensemble de la thèse.

La partie « résultats » de cette thèse par articles est composée de trois chapitres et chaque chapitre constitue un article scientifique. Le premier article, soit le chapitre 4, aborde la question de la santé musculosquelettique (MS) chez les deux types de camionneurs (C&L et Vrac). Cet article examine et compare les associations entre les facteurs de risque individuels, physiques et psychosociaux liés au travail, et la prévalence des douleurs MS dans différentes régions du corps, telles que rapportées par les camionneurs. Finalement, cet article propose une réflexion sur certains aspects

méthodologiques à prendre en considération, lesquels sont liés à la stratification de l'échantillon selon le groupe de travail.

Dans les chapitres 5 et 6, on retrouve le second et le troisième article qui, pour leur part, portent sur la description détaillée de l'activité de travail des chauffeurs Vrac et C&L, respectivement, de façon à en faire ressortir les éléments de risque liés à l'ergonomie. Ces chapitres décrivent la demande physique liée au travail des camionneurs et permettent de déterminer les tâches et les activités les plus exigeantes sur le plan physiologique.

Le chapitre discussion générale dresse une synthèse des résultats obtenus et fait ressortir les limites de la portée des résultats de cette étude et des perspectives de recherche. Finalement, une conclusion est présentée dans le chapitre 8.

## CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

Dans le chapitre qui suit, nous présentons un bilan des connaissances pertinentes en relation avec différents volets de cette thèse. Nous rappelons brièvement l'état des connaissances actuelles quant à la prévalence des douleurs MS chez les conducteurs de poids lourds. Par la suite, nous résumons les principaux facteurs de risques associés aux TMS chez ces conducteurs et chez les opérateurs qui livrent des bouteilles de gaz. Un volet du bilan des connaissances est ensuite consacré à l'évaluation de la charge physique liée au travail des camionneurs. Ce bilan n'a pas pour objectif d'élaborer une revue systématique de la littérature, mais bien de dresser un portrait de l'état de la situation et de faire ressortir certaines lacunes présentes au sein des connaissances existantes.

### 2.1 Prévalence des TMS chez les conducteurs de poids lourds

L'état de santé musculosquelettique et les conditions de travail des conducteurs de poids lourds ont fait l'objet d'études dans plusieurs pays, tels les États-Unis (Apostolopoulos et al., 2013; Kim et al., 2016; Layne et al., 2009), le Canada (Angeles et al., 2014; Senthana et Bigelow, 2018), en Inde (Bhaumik et Anjenaya, 2017; Goon et al., 2010), le Japon (Miyamoto et al., 2000), l'Angleterre et la Nouvelle-Écosse (Robb et Mansfield, 2007) et les Pays-Bas (Van der Beek et al., 1993). Tel que constaté, l'importance des TMS dans le secteur du camionnage est une préoccupation à l'échelle internationale. En comparaison avec d'autres groupes de travailleurs, les conducteurs de poids lourds ont tendance à déclarer une prévalence plus importante, notamment les travailleurs de bureau (78.6 % vs 55.5 % ; Mozafari et al., 2015). Les résultats de diverses études mettent effectivement en évidence des risques élevés de TMS et que les principales régions corporelles mentionnées sont le bas du dos, le cou, et les épaules. La lombalgie est le type de douleur MS le plus fréquemment déclaré par les conducteurs de poids lourds, avec une prévalence qui se situe entre 45 % et 80 % au cours des 12 derniers mois, et les camionneurs sur LD signalent des prévalences supérieures (Goon et al., 2010 ; Kim et al., 2016 ; Senthana et Bigelow, 2018) à celles des camionneurs sur CD (Angeles et al., 2014 ; Chih-Long Lin et Chen, 2010 ; Okunribido et al., 2006). Au Canada, les travaux de Senthana et Bigelow (2018) font ressortir la prévalence la plus élevée de lombalgie (80 %) auprès des camionneurs sur de longues distances. Les douleurs MS dans d'autres parties du corps ont également été déclarées par ces conducteurs, avec une

prévalence allant de 14 % à 55 % pour les douleurs aux épaules, de 27 % à 59 % pour les douleurs au cou et de 34 % (Figure 2.1).

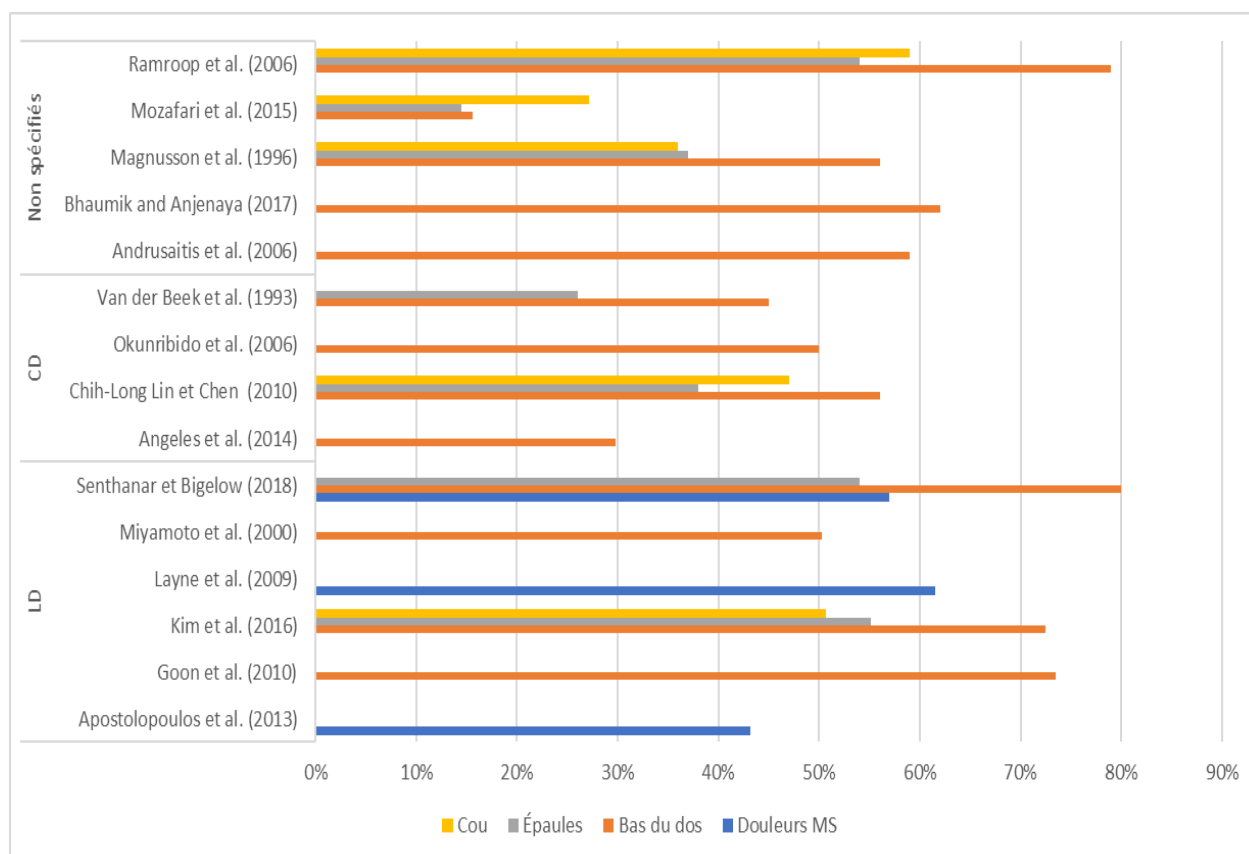


Figure 2.1 Synthèse des prévalences des douleurs MS autorapportées par les conducteurs de poids lourds, observées dans les études précédentes.

## 2.2 Facteurs de risque liés aux douleurs MS chez les conducteurs de poids lourds

Les conducteurs de poids lourds sont exposés à plusieurs facteurs de risque liés au travail, tels qu'une charge physique importante, liée principalement au travail en dehors de la cabine : le chargement/déchargement de la marchandise, l'arrimage de cargaisons, les mouvements répétitifs... Ces activités exigeantes sont souvent effectuées après des périodes d'inactivité physique lors de la conduite. La conduite implique une position assise prolongée associée à l'expulsion de fluide à partir des disques intervertébraux, ce qui réduit la capacité d'amortissement de la colonne vertébrale (Cann et al., 2003). Par conséquent, le travail de camionneurs résulte d'une

combinaison d'un travail statique, notamment la conduite, et d'un travail physique (Pertulla, 2011), à des niveaux d'exposition qui diffèrent selon la catégorie de conduite (courte distance vs longue distance). Chaque type de camionneurs a des niveaux différents d'exposition aux facteurs de risque liés aux douleurs MS ou encore aux lombalgies. Généralement, chez les chauffeurs/livreurs sur de courte distance (CD), le travail physique est plus exigeant, surtout au niveau des postures contraignantes et de la manutention manuelle (Olson et al. 2009).

Il a été démontré que la prévalence de la douleur MS augmentait de manière significative avec l'âge (Van der Beek et al., 1993 ; Goon et al., 2010). La prévalence de la lombalgie est associée à un certain nombre de facteurs de risque liés au travail, tels que les horaires de travail irréguliers, les périodes insuffisantes de récupération ainsi que les longues heures de conduite chez les camionneurs LD (Andrusaitis et al., 2006; Miyamoto et al. , 2000), la manipulation des matériaux (MMH) (Awang Lukman et al., 2019 ; Bovenzi et al., 2006 ; Okunribido et al., 2008), la qualité du siège (Bhaumik et Anjenaya, 2017 ; Robb et Mansfield, 2007), l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps (Kim et al., 2016 ; Tiemessen et al., 2008), et les vibrations combinées à des postures contraignantes (Hoy et al., 2005 ; Raffler et al., 2017).

L'organisation du travail des conducteurs de poids lourds sur de courtes et de longues distances est différente (Hanowski et al., 2000 ; Olson et al., 2009). Les camionneurs sur CD effectuent plusieurs cueillettes et livraisons par jour, impliquant une manutention fréquente de la marchandise et, en plus du chargement/déchargement, ils sont amenés à composer avec plusieurs clients. En revanche, le travail des camionneurs sur LD se caractérise principalement par des périodes prolongées de conduite, dans une région donnée ou dans plusieurs pays, et par des horaires irréguliers de travail (durant la nuit, les fins de semaine...).

### **2.2.1 Conducteurs de poids lourds sur de longues distances**

Une étude récente menée auprès des camionneurs LD a estimé que la plupart des camionneurs (71 %) travaillaient plus que 11 heures par jour et selon un horaire irrégulier (83 %) (Lemke et al., 2015). Une autre étude a révélé que la durée moyenne de travail par jour déclarée par les chauffeurs de camion LD est plus que 12 heures (Hege et al., 2015). Au Canada, comme dans de nombreux autres pays, des lignes directrices ont été adoptées pour lutter contre la fatigue des chauffeurs de poids lourds LD, par la réglementation des heures de service. Le temps de conduite varie entre le Nord et le Sud et permet de travailler jusqu'à 14 heures par jour. (Gouvernement du Canada, 2018).

Les chauffeurs routiers LD sont exposés à des modes de vie malsains, notamment l'inactivité physique après de longues heures de travail et une alimentation médiocre avec des choix limités en matière d'alimentation saine. L'Institut national pour la sécurité et la santé au travail (NIOSH) a constaté que près de 70 % des conducteurs de poids lourds américains étaient obèses et que 17 % étaient obèses extrêmes ou morbides (Sieber et al., 2014). Des études récentes ont montré que les longues heures de travail étaient associées à la prévalence de l'obésité totale chez les conducteurs de poids lourds, mesurée par l'indice de masse corporelle (Lemke et al., 2015 ; Hege et al., 2016), connue comme l'un des facteurs de risque individuels de développer un TMS, principalement la lombalgie (Viestter et al., 2013).

Chez les conducteurs de poids lourds sur LD, les maux de dos sont multifactoriels et associés principalement aux vibrations, aux postures statiques pendant de longues heures de conduite, etc. (Manchikanti, 2000). Leur travail est caractérisé par des périodes de conduite prolongées, ce qui les amène à maintenir une position de conduite statique impliquant une tension musculaire statique sur une période prolongée au niveau du dos, du cou, des épaules et des muscles du bras. Le maintien d'une faible contraction musculaire peut entraîner de la fatigue musculaire localisée (Konz et Johnson, 1998), qui produit des douleurs musculaires. L'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps a, elle aussi, de nombreux effets. L'étude menée par Bovenzi et Zadini (1992) a trouvé que la lombalgie est principalement associée à ce type de vibrations chez les chauffeurs de bus et les conducteurs des semi-remorques et a révélé que les conducteurs professionnels sont exposés au développement de la lombalgie à cause de l'effet des vibrations sur le système MS, à savoir la dégénérescence des disques intervertébraux. Le mouvement est nécessaire pour la nutrition du disque intervertébral et une posture assise prolongée, aggravée par les vibrations, peut nuire au processus de la nutrition (Stellman, 1998), ce qui intensifie les douleurs lombaires. Les corps vertébraux sont également endommagés par l'énergie des vibrations qui conduit à une accumulation de microfractures au niveau des plateaux inférieurs des corps vertébraux (Cann et al., 2004). Aux États-Unis, une étude épidémiologique concernant les douleurs lombaires chez les camionneurs LD a évalué l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps (Kim et al., 2016). Les résultats de cette étude ont montré que les expositions vectorielles totales aux vibrations dépassaient les valeurs limites recommandées, et ont trouvé une forte association entre les vibrations et les douleurs lombaires.



## 2.2.2 Conducteurs de poids lourds sur de courtes distances

La conduite et le travail physique exigeant en dehors de la cabine sont les principales caractéristiques du travail quotidien des camionneurs CD. Dans leur étude, Hanowski et al. (2000) ont chiffré, en termes de pourcentage par rapport à la durée totale d'une journée de travail, le temps consacré à chaque tâche. Les camionneurs passent environ 28 % du temps au volant, et 35 % du temps à effectuer des tâches de chargement/déchargement.

Des études précédentes ont confirmé que le travail des camionneurs CD est de nature dynamique en raison des conditions variables de travail chez plusieurs clients. Les camionneurs CD effectuent durant environ la moitié de la durée totale de leur travail (van der Beek et Frings-Dresen, 1995) aux deux tiers (Hedberg, 1985 ; Okunribido et al., 2006) des tâches non liées à la conduite. Plusieurs études ont attribué les TMS à l'exposition à des vibrations transmises à l'ensemble du corps et à une position assise prolongée (Miyamoto et al., 2000), ainsi qu'au chargement et au déchargement fréquents de la marchandise (Hedberg, 1985 ; van der Beek et al., 1993 ; Robb et Mansfield, 2007 ; Chih-Long Lin et Chen, 2010). La manutention manuelle est considérée comme une cause majeure de l'apparition des TMS, qui génère des coûts élevés (Mital et al., 1993), surtout si cette dernière implique un levage répétitif, un facteur de risque direct de la lombalgie (Marras et al., 1993). Robb et Mansfield (2007) ont constaté que les camionneurs qui manipulent des charges de 10 kg ou plus par jour signalaient plus de symptômes MS que ceux ne manipulant pas de charges. Chih-Long Lin et Chen (2010) ont rapporté que pousser des charges est l'un des facteurs significativement associés au rétrécissement de l'espace entre les disques de la colonne vertébrale chez les chauffeurs/livreurs. Plusieurs études ont soutenu l'hypothèse que les vibrations transmises à l'ensemble du corps sont fortement associées au développement des lombalgies (Okunribido et al., 2006 ; Massaccesi et al., 2003 ; Bovenzi et al., 2006). Ces études ont également suggéré que les douleurs lombaires apparaissent à un âge plus précoce chez les sujets exposés. D'après Bernard (1997), quand ce type de vibrations est combiné à d'autres facteurs de risque liés au travail tels que la position assise prolongée, la manutention et les postures contraignantes, ces derniers peuvent provoquer un risque accru de douleurs lombaires. Les postures de travail statiques comprennent les positions du corps isométriques où très peu de mouvements se produisent avec des postures inactives qui causent une charge statique au niveau des muscles, ils comprennent aussi la position debout ou assise prolongée (Bernard, 1997). La posture statique implique une contraction musculaire isométrique avec une accumulation de l'acide lactique et une compression des

vaisseaux sanguins (Anghel et al., 2007), ce qui rend la colonne vertébrale plus vulnérable aux blessures lorsqu'il y a des charges à manutentionner directement après la conduite (Hansson et al. 1991). Dans leur étude, Okunribido et al. (2008) ont montré que les risques liés aux vibrations et aux postures statiques lors de la conduite chez les conducteurs professionnels peuvent être aggravés lorsque de la manutention est également effectuée.

Après avoir étudié, les différents facteurs de risques associés au travail des camionneurs CD, d'une façon générale. La spécification des facteurs de risque liés à la réalité du travail des camionneurs CD concernés par l'étude s'impose. Le travail de ces conducteurs est caractérisé par la manutention des bouteilles de gaz. La prochaine section traite des facteurs de risque physique liés à ce type de manutention.

### **2.2.2.1 Manutention des bouteilles de gaz**

Les gaz contenus dans les bouteilles sont souvent comprimés, dissouts ou liquéfiés. Il existe une grande variété de ces cylindres, selon leurs poids, leurs tailles et leurs formes, et cette variabilité des caractéristiques représente une source de risque lors de la manutention de ces bouteilles (BCGA, 2010). Dans la littérature, quelques études ont été menées afin d'identifier les facteurs de risques liés à la manutention des bouteilles de gaz. D'après Westerling et Kilbom (1981), lors du déplacement des cylindres de gaz, les contractions musculaires sont généralement exercées par les muscles de l'extrémité supérieure et du tronc, ce qui entraîne un inconfort musculaire localisé. À cet égard, quatre chauffeurs-livreurs ont été étudiés. Leur travail consiste à conduire le camion de livraison et à charger/décharger les bouteilles de gaz. Les mesures par l'électromyographie ont révélé 30 à 70 % de contraction volontaire maximale de poignets lors du déplacement des cylindres. À Taïwan, deux études ont été menées par Chen, Chiang et Lin (2013) et par Chen et Chiang (2014), afin d'analyser une méthode de manutention qui consiste à déplacer les cylindres de gaz en les faisant rouler sur leur base. Les résultats de ces études ont montré que l'activité répétitive des deux poignets et la déviation radiale pour les deux poignets sont fortement liées aux blessures aux poignets. D'autres études transversales récentes ont montré une prévalence élevée chez les opérateurs qui manipulent des bouteilles de gaz fréquemment. Parmi 30 travailleurs d'une unité de coulée dans une industrie sidérurgique, les douleurs MS les plus fréquentes au cours de l'année précédant l'étude étaient les lombalgies (43 %), les douleurs au niveau des épaules (33 %) et les douleurs au niveau de la main, du poignet et du genou (16 %) (Giahi et al., 2014). Chen et al.,

(2017) ont étudié le travail de 100 manutentionnaires de bouteilles de gaz taiwanais. Les résultats ont montré que la prévalence globale des douleurs MS était de 91 %. Plus de deux répondants sur trois ressentait des douleurs à l'épaule, et presque un répondant sur deux ressentait des douleurs aux bas du dos et au cou. La durée de travail quotidienne (> 10 h) a été significativement associée aux douleurs MS lors de la manipulation de bouteilles de gaz. En Inde, une autre étude a été menée par Chowdhury, Boricha et Yardi (2012) auprès de 100 livreurs de bouteilles à gaz à vélo. Cette étude a démontré que les livreurs transféraient les bouteilles en adoptant une mauvaise posture, avec une fréquence élevée, exposant ainsi leur colonne vertébrale à des forces de compression très importantes.

### **2.3 Charge physique du travail chez les conducteurs de poids lourds**

En utilisant l'approche physiologique, quelques études ont quantifié la charge physique liée au travail des conducteurs de poids lourds. Hedberg (1985) a entrepris une analyse quantitative de l'astreinte physique chez les conducteurs de poids lourds CD à l'aide des enregistrements de la fréquence cardiaque sur le terrain et du test d'ergocycle au laboratoire. 22 camionneurs ont été étudiés pendant leurs tâches de conduite, de chargement et de déchargement de la marchandise. La valeur moyenne de la fréquence cardiaque variait entre 82 et 128 battements par minute (bpm), ce qui implique que le travail était modérément intense. Ces résultats ont également montré que la charge physique varie au cours de la journée et que la tâche la plus pénible était le chargement/déchargement de la marchandise. Une étude a été menée par Hedberg et Niemi (1986), afin d'évaluer l'astreinte physique et musculaire chez 22 conducteurs de camions-citernes. Les fréquences cardiaques ont été enregistrées pendant toute la période de travail, leurs valeurs moyennes variaient entre 84 et 129 bpm, ce qui implique que le travail des camionneurs était modérément astreignant. L'activité la plus astreignante était celle liée au traînage du tuyau depuis la citerne jusqu'à l'orifice de remplissage. La distance moyenne du traînage des tuyaux était de 19.7 m. Dans une autre étude menée auprès de 32 chauffeurs/livreurs, van der Beek et Frings-Dresen (1995) ont montré que les fréquences cardiaques les plus élevées ont été enregistrées lors du chargement et du déchargement du camion, et que tirer/pousser les charge est associé à la charge de travail physique élevée observée pendant le chargement/déchargement. En utilisant l'approche subjective, Johansson et Borg (1993) ont évalué la perception de 7 conducteurs de camion-citerne transportant des matières dangereuses. Pour ceci, les camionneurs étaient amenés à évaluer leur

effort en utilisant l'échelle Borg CR-10. Lors du traînage du tuyau d'une longueur moyenne de 22.3 m, la cote correspondante était légèrement au-dessus de « modéré ».

## **CHAPITRE 3 DÉMARCHE DE L'ENSEMBLE DU TRAVAIL DE RECHERCHE**

La problématique, l'objectif principal et les objectifs spécifiques de la recherche sont définis dans ce chapitre.

Les éléments méthodologiques présentés dans ce chapitre concernent l'ensemble de la thèse et seront repris dans les articles (chapitres 4, 5, 6), mais séparément de manière à mettre en évidence la méthodologie propre à chacun des objectifs spécifiques de recherche.

Dans les prochaines sections de ce chapitre, la stratégie et l'approche de recherche, les participants et leurs caractéristiques seront d'abord présentés. Par la suite, les diverses méthodes de collecte seront abordées.

### **3.1 Problématique de recherche**

Nous avons vu dans les sections précédentes que la nature et le siège des TMS ressortent clairement dans les statistiques d'indemnisation des lésions professionnelles. De plus, la recension des écrits scientifiques sur les TMS indique bien la présence de facteurs de risque pour ces troubles dans le secteur du camionnage.

Nous avons constaté que la documentation scientifique rapporte peu d'études qui abordent la problématique des TMS chez les conducteurs de poids lourds canadiens (Angeles et al., 2014 ; Senthana et Bigelow, 2018), encore moins dans le secteur de transport des marchandises dangereuses (TMD) par camion, et aucune n'a encore comparé les camionneurs sur CD et LD pour ce qui est de l'exposition aux facteurs de risque liés aux symptômes MS.

La littérature fait amplement le lien entre un éventail de facteurs de risques liés à la situation de travail (ex., postures, applications de forces, organisation temporelle du travail, vibrations) et la santé musculosquelettique. La connaissance de ces facteurs de risques et de leurs déterminants fournit une information directement exploitable pour la conception ou la modification des situations de travail, mais il existe peu de données quantitatives sur l'exposition aux facteurs de risque liés aux activités de travail des conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses.

## 3.2 Objectifs de recherche

L'objectif général de cette thèse est descriptif et exploratoire : il s'agit de tracer le portrait de la santé musculosquelettique ainsi que d'élaborer une analyse ergonomique du travail des conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses, employés par une grande entreprise de production et de distribution de gaz industriels au Canada. Cette étude fournit de nouvelles informations qui sont nécessaires à la compréhension des conditions de travail et à l'identification des facteurs potentiels qui contribuent à la détérioration de la santé musculosquelettique de ce type de camionneurs.

Pour répondre à cet objectif général, cette thèse se décline en quatre objectifs spécifiques :

- Établir un portrait de la santé musculosquelettique à partir des déclarations de douleurs auto rapportées par deux types de conducteurs de poids lourds transportant des gaz industriels en vrac ou en bouteilles.
- Comparer les associations entre les facteurs de risque individuels, physiques et psychosociaux liés au travail et la prévalence des douleurs musculosquelettiques, dans les deux groupes de camionneurs (Vrac et C&L).
- Évaluer les exigences physiques que demande le travail des camionneurs Vrac et C&L : la charge de travail physique, la manutention, l'application de force sur des objets et les postures adoptées durant le travail.
- Identifier les situations de travail à risque et les tâches/activités les plus exigeantes physiquement.

## 3.3 Approches et démarche de recherche

La méthodologie préconisée dans ce travail de recherche pour documenter le travail des conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses s'inscrit dans le contexte d'une recherche sur le terrain. Cette approche permet au chercheur de s'immerger dans le milieu de travail visé par l'étude et permet aussi une fine compréhension des tâches et activités réelles. Cette étude se situe également dans le courant de recherche des approches mixtes, en utilisant des méthodes de collecte des données variées (observations, mesures directes et auto-évaluations). L'une des particularités de cette approche est l'utilisation des méthodes qualitatives et quantitatives de

manière complémentaire en vue d'obtenir une vision la plus complète possible du travail et d'approfondir l'interprétation des résultats. Cet approfondissement est rendu possible, entre autres, par la complémentarité et l'intégration des approches. Le choix de ces deux approches permet d'apporter une compréhension détaillée de la réalité du travail et des situations vécues par les camionneurs lors de la réalisation de leurs activités professionnelles. La figure 3.1 présente les principales étapes de la méthodologie de recherche.

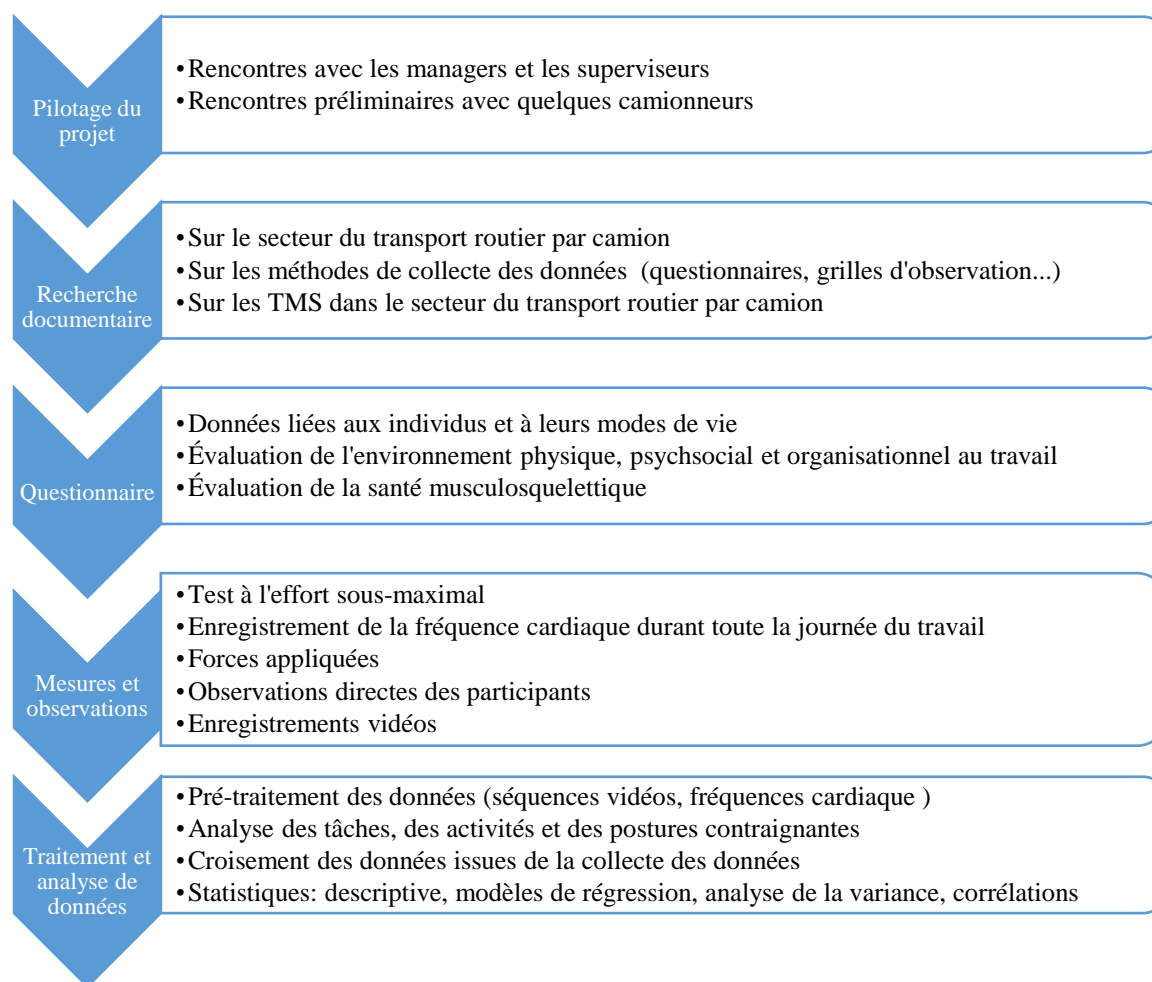


Figure 3.1 Principales étapes de la méthodologie de recherche.

### 3.4 Revue de littérature

Dans le cadre de cette étude, les grands champs de connaissances qui ont été ciblés, sont : l'industrie de camionnage sur de courtes distances et sur de longues distances, les troubles musculosquelettiques et les facteurs de risque qui favorisent leur apparition. La stratégie de

recherche utilisée est une stratégie par mots clés générés à partir des listes des mots clés d'articles cités dans certains articles consultés. La liste des mots clés utilisée:

- Conduite de poids lourds sur de courtes distances ou sur de longues distances: truck driver, lorry driver, occupational driver, commercial motor vehicle driver, delivery truck driver, light/local short haul driver, pick-up and delivery, long distance heavy vehicle driver, long haul truck driver, long distance truck driver.
- Troubles musculosquelettiques et facteurs de risques: {musculoskeletal disorders, musculoskeletal pain, musculoskeletal outcomes, low back pain, neck pain, shoulders pain, upper limbs, back} ET {risk factors, psychosocial, organizational, awkward posture, vibration, manual materials handling, long working hours, age, body mass index, overweight, obese}

Les documents ciblés pour cette revue de littérature sont les articles scientifiques, les livres et les guides. Les bases de données ciblées ont été Compendex, Research Gate, Inspec, Web of science, PubMed, Proquest dissertations and theses, ainsi que les bases documentaires, comme celles de la CNESST, l'INRS, l'IRSST, Statistique Canada, Bureau of Labor Statistics.

### **3.5 Participants**

À travers le Canada, 249 conducteurs de camion de livraison qui travaillent dans la même entreprise ont été ciblés. Ils étaient soit des chauffeurs C&L responsables de la collecte et de la livraison de bouteilles de gaz de différentes tailles, soit des chauffeurs Vrac chargés de la distribution de gaz transportés dans des citernes.

Deux stratégies ont été utilisées pour la prise de contact avec les camionneurs. La première stratégie était de rencontrer ces derniers dans les locaux de l'entreprise pour que l'équipe de recherche leur transmette une enveloppe contenant une brève description du projet de recherche et les aspects de confidentialité des données collectées ainsi qu'un formulaire de consentement et le questionnaire. La deuxième stratégie était d'envoyer aux camionneurs par courrier les enveloppes contenant également une enveloppe de retour préaffranchie. Leurs superviseurs ont été contactés à plusieurs reprises par téléphone pour assurer le suivi de la collecte des enveloppes.

Le critère d'inclusion était d'occuper le poste de chauffeur de camion à temps plein pendant les douze mois précédant l'étude. Sur les 249 camionneurs, 130 camionneurs de 6 provinces



canadiennes ont accepté de participer à l'étude en signant le formulaire de consentement. Sept questionnaires ont été exclus, soit parce que le travailleur n'avait pas travaillé au cours des 12 mois précédents (n = 6), soit parce qu'il avait été retourné incomplet (n=1). Ainsi, 123 camionneurs ont généré des données utilisables (63 camionneurs Vrac et 60 camionneurs C&L), ce qui a donné un taux de réponse de 49 %. La plupart des conducteurs (97 sur 123) ont été rencontrés en personne sur leur lieu de travail par un membre de l'équipe de recherche.

Deux provinces, le Québec et l'Ontario, ont été concernées par la collecte de données sur le terrain. 39 camionneurs (18 camionneurs Vrac et 21 camionneurs C&L) ont accepté de participer à cette collecte de données. Tous les participants ont été informés avant les observations, d'abord par leurs superviseurs et ensuite lors de la première réunion avec le chercheur. Tous les participants ont reçu une présentation du projet, de ses objectifs et des attentes et ils ont signé un consentement avant leur participation. Le tableau 3.1 présente le nombre de participants ainsi que les variables collectées par étude (article scientifique).

Tableau 3.1 Nombre de participants et méthodes utilisées par article scientifique

	Étude 1		Étude 2		Étude 3	
	Sekkay et al.		Sekkay et al.		Sekkay et al.	
	(2018)		(2019a)		(2019 b)	
	Vrac	C&L	Vrac	C&L		
Nombre de participants	63	60	18		21	
Étude sur le terrain						
<i>Analyse de tâches</i>	-	-	√		√	
<i>Observation de postures contraignantes</i>	-	-	√		√	
<i>Enregistrements de la FC en continu</i>	-	-	√		√	
<i>Test à l'effort sous-maximal</i>	-	-	√		√	
<i>Mesures de forces</i>	-	-	√		√	
<i>Évaluation de la manutention</i>	-	-	-		√	
Questionnaire						
<i>Environnement de travail et santé musculosquelettique</i>	√	√	√		√	

### 3.6 Caractéristiques des participants

Les caractéristiques des participants dans les trois études sont décrites dans le tableau 3.2. La moyenne pour l'âge et l'IMC était significativement plus élevée pour camionneurs Vrac qui ont

participé à la première étude (Sekky et al., 2018). Aucune différence entre les groupes n'a été observée en ce qui concerne les autres variables dans les autres études.

Tableau 3.2 Principales caractéristiques des participants

	Étude 1		Étude 2	Étude 3
	Sekky et al. (2018)		Sekky et al. (2019a)	Sekky et al. (2019b)
	Vrac	C&L	Vrac	C&L
	N=63	N=60	N=18	N=21
Âge (années)	<b>52.0 ± 8.1</b>	<b>46.0 ± 9.0</b>	48.9 ± 7.4	47.3 ± 6.9
Poids (kg)	98.0 ± 16.6	92.0 ± 19.0	98.6 ± 16.6	86.7 ± 16.4
Taille (m)	1.8 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.7 ± <0.1
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	<b>32.0 ± 6.1</b>	<b>29.8 ± 6.1</b>	30.1 ± 4.0	28.7 ± 5.4

Moyenne ± écart type. Les valeurs en gras représentent une différence statistique selon la division.

### 3.7 Variables collectées

Les collectes de données se sont échelonnées de juin 2016 à mars 2017 à travers le Canada ou dans certaines provinces uniquement, selon les besoins de la recherche. Un sondage par questionnaire autorapporté a été élaboré à partir d'instruments validés dans la littérature afin d'examiner l'ensemble des facteurs explicatifs et des problèmes SST. Des observations systématiques sur le terrain ont donné lieu à la prise de mesures ergonomiques auprès des chauffeurs

#### 3.7.1 Questionnaire

Rappelons que cette recherche fait partie d'un projet global qui a pour objectif principal l'identification et la prévention des risques en santé et en sécurité du travail chez les conducteurs de poids lourds transportant des matières dangereuses. Afin d'évaluer l'environnement et les conditions de travail, ainsi que l'ensemble des risques liés à la SST, un questionnaire a été élaboré. Le but est d'étudier les différents facteurs de risque associés à l'environnement de travail, ainsi qu'au contexte organisationnel.

Dans le cadre de cette thèse, les parties qui nous intéressent particulièrement sont les parties liées à l'environnement de travail et à la santé MS.

Le questionnaire est divisé en 5 sections :

### **1<sup>re</sup> section : contact**

Cette section permet d'identifier le site, le superviseur du camionneur, le type d'employeur, la division et la date de passation du questionnaire.

### **2<sup>e</sup> section : caractéristiques du participant**

Cette section concerne l'âge, le sexe et le niveau de scolarité, l'état matrimonial, et le revenu. Les questions liées cette section sont issues du questionnaire de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC).

### **3<sup>e</sup> section : saines habitudes de vie**

Les questions de cette section portent sur les comportements et les habitudes des camionneurs concernant la consommation d'alcool, le tabagisme, l'activité physique, l'alimentation, et le sommeil. Ces questions sont principalement issues de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) et de l'Enquête sociale et de santé (ESS 1998).

### **4<sup>e</sup> section : conditions de travail**

La partie la plus importante pour notre étude est la description de l'environnement physique et psychosocial du travail.

Environnement physique : cette partie concerne les postures contraignantes, l'application de force, la répétitivité ainsi que d'autres facteurs aggravants tels que, les vibrations, l'exposition à des températures froides ou chaudes, la manutention des charges lourdes. Cette partie s'appuie principalement sur un modèle adapté de l'enquête EQCOTESST 2007-2008.

L'environnement psychosocial : deux modèles explicatifs ont été adoptés : le modèle « demande-contrôle-soutien au travail » développé par Karasek et al. (1998), et le modèle « déséquilibre effort-reconnaissance » développé par Siegrist (1996).

### **5<sup>e</sup> section : effets sur la santé et la sécurité au travail**

Les questions sur les troubles musculosquelettiques affectant l'une ou l'autre partie du corps au cours des douze mois ayant précédé l'étude sont similaires à celles utilisées pour l'Étude québécoise des conditions de travail, d'emploi et de santé et de sécurité du travail (EQCOTESST). Ces questions proviennent principalement du Questionnaire nordique élaboré et validé par des

chercheurs des pays scandinaves (Kuorinka et al., 1987) et adapté pour l'Enquête sociale et de santé, 1998 (ESS, 1998), afin de quantifier la prévalence des problèmes musculosquelettiques.

Le questionnaire est présenté en Annexe C.

### **3.7.2 Analyse des tâches, des postures de travail et de la manipulation des poignées de vannes et des bouteilles de gaz**

L'analyse des tâches et des postures contraignantes a été obtenue principalement à partir de l'analyse des enregistrements vidéo et du registre des activités quotidiennes.

- Tâches : La classification des tâches a été définie en se basant sur des observations préliminaires et sur les classifications repérées dans les autres études. Elles ont été classées dans les catégories suivantes, « Conduite », « Livraison aux clients », qui comprenaient toutes les activités liées au transfert de gaz du camion-citerne vers la citerne du client, pour les camionneurs Vrac et la livraison de bouteilles de gaz pour les camionneurs C&L, « Préparation des charges aux terminaux », « Tâches non liées au travail » qui incluent les pauses et les conversations avec l'assistant de recherche, « Autres tâches » incluant « la gestion des documents administratifs et les factures ». Pour chaque catégorie, la durée totale et le pourcentage du temps de travail total ont été calculés.
- Postures de travail : une approche d'échantillonnage a été adoptée en utilisant des segments vidéo choisis au hasard d'une durée de 10 min pour la « conduite » et la « livraison », et de 5 min pour « la gestion des documents administratifs et les factures ». Les conducteurs passent moins de temps à gérer les documents administratifs, et ce au début et à la fin de chaque livraison, d'où le choix des périodes d'observation de 5min.

Pour chaque zone du corps, la posture a également été classée comme neutre ou contraignante afin de réduire le temps requis pour l'analyse. Pour la région du cou, une posture contraignante était définie comme suit : torsion ou flexion latérale > 20 degrés ; flexion > 45 degrés ; extension (Keyserling, Brouwer et Silverstein, 1992). Pour les membres supérieurs : les mains au-dessus des épaules ; les bras étendus au maximum (Simoneau, St-Vincent et Chicoine, 2013). Une posture contraignante pour le dos était considérée lorsque le torse était tordu ; avec flexion > 20 degrés ; avec le torse plié latéralement et tordu simultanément (Keyserling, Brouwer et Silverstein, 1992).

S'accroupir et s'agenouiller étaient les seules postures contraignantes considérées pour les membres inférieurs.

- Manipulation des poignées de vannes : les camionneurs Vrac, afin de réguler le débit du gaz transporté, manipulent des poignées de valve circulaires d'un diamètre allant jusqu'à 15 cm situés sur la remorque ou sur l'équipement du site du client. Pour chaque client, toutes les orientations (horizontale, verticale, inclinée) et toutes les hauteurs des poignées (au-dessous du niveau du genou, entre le genou et l'épaule, au-dessus de l'épaule) ont été observées.
- La manipulation des bouteilles de gaz (fréquence, poids), ainsi que l'ouverture/fermeture des portes et la manipulation des sangles d'arrimage à criquet (fréquence) ont été observées pendant toute la durée du travail pour les camionneurs C&L. Chaque bouteille de gaz a été identifiée par un numéro imprimé sur la bouteille et, à l'aide d'un catalogue fourni par l'entreprise, le poids de la bouteille a été déterminé.

### 3.7.3 Test à l'effort sous-maximal

Un test à l'effort sous-maximal permettant de déterminer la relation entre la fréquence cardiaque et le métabolisme (HR-M) a été administré à chaque participant. L'utilisation du test de Meyer et Flenghi (1995) est pratique pour les travailleurs dont la santé cardiovasculaire est inconnue, facile à mener sur le lieu de travail et suffisamment court (moins de 21 minutes) pour ne pas surcharger excessivement le travailleur avant sa journée de travail (Weller et al., 1995, Imbeau et al., 2009). Un avantage supplémentaire est que la fréquence des pas (15 pas par minute avec un métronome) est suffisamment basse pour permettre à tout travailleur de garder le rythme aux quatre hauteurs de pas, pour une précision et une robustesse de test global supérieures. L'estimation de la capacité maximale de travail en utilisant le test par étapes de Meyer et Flenghi (1995) pour un groupe de sujets s'est révélée comparable à celle de l'épreuve d'effort maximal sur le tapis roulant (Imbeau et al., 2009 ; Dubé et al., 2015).

### 3.7.4 Fréquence cardiaque

Elle est exprimée en battements par minute (bpm), a été enregistrée durant toute la période travaillée, à l'aide de la montre et de la ceinture cardiofréquence-mètre (Polar Electro Oy, Kempele, Finlande; RS800), à un intervalle de 5 secondes.

Les profils de la fréquence cardiaque (FC) mesurée au cours de la journée de travail ont été examinés pour détecter les données manquantes. Les données étaient incomplètes pour 5 camionneurs Vrac et 3 camionneurs C&L (le cardiofréquencemètre n'a pas détecté des FC pendant plus de 4 heures au cours des périodes de mesure) et ont donc été exclus de la base de données. Ainsi 13 camionneurs Vrac et 18 camionneurs C&L ont été considérés dans les analyses de l'astreinte physiologique. Pour chaque camionneur, l'analyse des tâches et les données brutes (mesurées) des FC ont été associées pour permettre le calcul des indices de l'astreinte physiologique sur l'ensemble la journée de travail, ainsi que pour chaque tâche. Le coût cardiaque relatif (% CCR) a également été calculé comme suit:  $\%CCR = 100 \times (FC_{\text{travail}} - FC_{\text{repos}}) / (FC_{\text{max}} - FC_{\text{repos}})$  (Wu et Wang, 2002; Chengalur et al., 2004).  $FC_{\text{repos}}$  correspond à la valeur 1er centile des FC mesurées pendant la journée de travail (Mairiaux et Malchaire, 1990), et  $FC_{\text{max}}$  a été calculé à 220 ans moins l'âge (Åstrand et Rodahl, 1977; Dubé et al. 2015). Une analyse détaillée des profils de la fréquence cardiaque a également été réalisée. Premièrement, les périodes continues avec  $FC > FC_{\text{travail}} + 30$  bpm, où  $FC_{\text{travail}}$  correspond à la fréquence cardiaque moyenne sur toute la journée de travail, ont toutes été identifiées. Selon l'INRS (2014), travailler au-dessus de  $FC_{\text{travail}} + 30$  bpm mène à une charge excessive. Ensuite, les valeurs de pointe  $FC_{\text{pointe}} > FC_{\text{travail}} + 30$  bpm ont été repérés afin de déterminer les situations de travail les plus contraignantes.

Le temps de travail maximum acceptable défini comme étant la durée maximale durant laquelle le travailleur peut travailler sans fatigue excessive, a été calculé selon le modèle proposé par Wu et Wang (2002):  $MAWT (h) = 26,12 * \exp(-4,81 * CCR)$ .

Les données FC ont été corrigées pour tous les participants en supprimant la composante thermique en suivant la procédure décrite par Vogt et al. (1970, 1973). Dubé et al. (2016) ont constaté que le métabolisme de travail peut être surestimé de manière significative en utilisant des FC mesurées sans correction lorsqu'un effet thermique est présent pendant les travaux de débroussaillage. La procédure détaillée de correction est décrite par Dubé et al. (2016). Le métabolisme de travail (M) a été estimé à partir des données corrigées de la fréquence cardiaque (c-à-d.  $\Delta FC_{\text{thermique}}$  supprimée) et de la relation individuelle FC-M obtenue à partir du Step-test (Imbeau et al., 1995; Dubé et al., 2016). La capacité cardiorespiratoire (ou  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ) a également été estimé à partir de la relation FC-M en utilisant  $FC_{\text{max}}$ .

L'effet de la saison (été/hiver) sur l'astreinte physiologique a été analysé pour les camionneurs Vrac seulement, car aucun effet significatif n'a été trouvé chez les camionneurs C&L.

### **3.7.5 Application de forces**

À l'aide d'un dynamomètre à main, des camionneurs Vrac ont reproduit les mêmes niveaux de force de préhension que lors de l'utilisation des diverses poignées de vannes circulaires dans leur environnement de travail. En outre, la force tangentielle requise pour faire tourner une poignée de vanne circulaire a été mesurée directement à la périphérie de la poignée pour un échantillon de vannes. En utilisant un dynamomètre à main, des camionneurs C&L ont accepté de reproduire les mêmes niveaux d'effort requis lors de l'ouverture et de la fermeture de la porte arrière, du rideau latéral et des cliquets d'arrimage.

## **3.8 Éthique**

Le projet de recherche a été approuvé (CÉR-15/16-27; UBR: 3250954) par le Comité d'éthique de la recherche. Nous avons fourni le consentement approuvé par le CÉR à tous les participants, et tous les participants l'ont signé avant leur participation. La participation était volontaire et les participants pouvaient décider de quitter l'étude à tout moment, sans donner de raison.

Une copie du certificat de conformité est présentée en Annexe A.

## CHAPITRE 4    ARTICLE 1: RISK FACTORS ASSOCIATED WITH SELF-REPORTED MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG SHORT AND LONG DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS

Cet article a été publié dans *Applied Ergonomics* 2018 Oct; 72:69-87. doi: 10.1016/j.apergo.2018.05.005.

Sekky, F. (Polytechnique Montréal), Imbeau, D. (Polytechnique Montréal), Chinniah, Y. (Polytechnique Montréal), Dubé, P.A. (Polytechnique Montréal), de Marcellis-Warin, N. (Polytechnique Montréal), Beauregard, N. (Université de Montréal), Trépanier, M. (Polytechnique Montréal)

**Aim:** This study investigated and compared the associations between self-reported exposures to individual as well as work-related physical and psychosocial risk factors for musculoskeletal (MS) disorders and the prevalence of MS symptoms in different body areas among short- (P&D) and long-distance (Bulk delivery) truck drivers working for the same large gas delivery company in Canada. **Methods:** 123 truck drivers nationwide participated in this questionnaire-based cross-sectional study. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed. **Results:** 43.1% of drivers reported MS pain in at least one body area over the past 12 months and 26.8% over the past 7 days. Bulk drivers had a significantly higher prevalence of MS pain than P&D drivers for both periods. When P&D and Bulk drivers were pooled together, belonging to the Bulk subgroup emerged as the strongest factor for low back pain (OR = 8.45,  $p = 0.002$ ), for shoulder pain (OR = 3.70,  $p = 0.027$ ) and for MS pain in any body area (OR = 4.05,  $p = 0.006$ ). In Bulk drivers "High effort-reward imbalance" was strongly associated with MS pain in any body area (OR = 6.47,  $p = 0.01$ ), with shoulder pain (OR = 4.95,  $p = 0.016$ ), and with low back pain (OR = 4.51,  $p = 0.02$ ). In P&D drivers MS pain in any body area was strongly associated with "Working with hands above shoulders" (OR = 6.58,  $p = 0.009$ ) and "Whole-body vibration" (OR = 5.48,  $p = 0.018$ ), while shoulder pain was strongly associated with "Hand-arm vibration" (OR = 7.27,  $p = 0.041$ ). **Conclusions:** Prevalence of MS pain was higher among industrial gas delivery truck drivers than in the general Quebec male worker population, and higher for Bulk drivers compared to P&D drivers. MS pain in Bulk drivers was mainly associated with psychosocial risk factors and lifestyle; MS pain in P&D drivers was mainly associated with physical risk factors.



**KEYWORDS:** Musculoskeletal pain; Musculoskeletal risk factors; Professional truck drivers; Self-reports

## 4.1 Introduction

The US private industry as a whole experienced a decline in non-fatal injury incidence rate over the years, with a rate of 2.9 non-fatal injuries per 100 full-time workers in 2016. In comparison with the US trucking industry, non-fatal injury incidence rate remained fairly constant over the years and well above the national figure, showing a rate of 4.3 in 2016 (BLS, 2017). Figures were similar in Canada with a disabling injury incidence rate for the inter-provincial road transportation sector under federal jurisdiction of 3.77 fatal or non-fatal injuries per 100 full-time workers in 2015, compared with the national rate of 1.85 (Government of Canada, 2017). The Canadian transportation and storage industry ranked 5th among all industries for the highest number of accepted time-loss occupational injury or disease, which amounted to 15,527 lost time claims in 2016, or some 7% of all lost time claims across the nation, and costed an estimated 400 million\$ (CAD) in benefit compensation payments (AWCBC, 2018). Several studies have shown a majority of work-related injuries in trucking industries to be associated with non-traffic-related incidents (Lin and Cohen, 1997; Shibuya et al., 2010; Smith and Williams, 2014; Spielholz et al., 2008). Work tasks performed by truck drivers are highly diverse in nature (e.g., driving, loading/unloading the truck, getting into, on, off or out of the vehicle, working from heights on trailers, performing inspections), and their repetition increases the risk of injury. Depending on the type of trucking industry, some of these tasks can be fairly complex (e.g., hazardous material goods). Lin and Cohen (1997) analysed data from worker injury/illness reporting systems implemented for the US motor trucking industry and showed that “slips and falls” followed by “struck by” and “overexertion” were the most commonly reported accident types. A Washington State survey of trucking companies reported that musculoskeletal disorders (MSDs) and injuries resulting from slip/trip or falls among truck drivers were ranked as the top two types of injuries by both employers and drivers (Spielholz et al., 2008). In a recent Washington State study, Smith and Williams (2014) found that work-related MSDs (WMSD) were the most common injuries among truck drivers from different sectors.

WMSDs are disorders of the tendons, muscles, joints, nerves and circulatory system that develop over time through overuse and are caused or aggravated by work or by the work environment

(Nunes and Bush, 2012). They are associated with discomfort, pain, and loss of functional capacity of the affected area, and their occurrence results from a complex interaction between physical, mental, biomechanical and physiological workloads, behavior, and cognitive aspects (Bongers et al., 2002; NRC/IM, 2001). Epidemiological studies generally define three groups of WMSD risk factors: 1) Physical risk factors that include repetitive work, awkward postures, static postures, physical workload, manual materials handling, and exposure to whole-body vibration; 2) Psychosocial risk factors that relate to the organizational aspects of work such as low decisional latitude and high psychological demands; 3) Individual risk factors pertaining to worker sociodemographic profile (e.g., age, gender) or lifestyle (e.g., obesity, level of physical activity) known to have an incidence on MS pain (NIOSH, 1997; NRC/IM, 2001).

Table 4.1 summarizes the results of studies on self-reported MS outcomes among varied samples of truck drivers and other professional drivers. In terms of MS pain, truck drivers tended to report higher prevalence than other groups such as office workers (78.6% vs 55.5%; Mozafari et al., 2015). Low back pain (LBP) was the most frequent type of MS pain reported by truck drivers with prevalence ranging from 45% to 79% over the previous 12-month period, with long-haul drivers showing higher prevalence than short-haul drivers (Chih-Long Lin and Chen, 2010; Goon et al., 2010; Okunribido et al., 2006) and other professional drivers of vans or cars (Kresal et al., 2017). MS pain among truck drivers was also reported to other body areas, with prevalence ranging from 24% to 35% for pain in the knees, 26% to 33% for pain in the shoulders, and 34% for the neck (Robb and Mansfield 2007; Van der Beek, et al., 1993). Prevalence of MS pain was shown to increase significantly with age (Van der Beek, et al., 1993; Goon et al., 2010). Prevalence of LBP has been associated with a number of work-related risk factors such as irregular work schedule, insufficient rest, and long driving hours in long-haul (inter-city) truck drivers (Andrusaitis et al., 2006; Miyamoto et al., 2000), manual materials handling (MMH) (Awang Lukman et al., 2017; Bovenzi, 2006; Okunribido et al., 2008), degraded driver seat quality (Bhaumik and Anjenaya, 2017; Robb and Mansfield, 2007), exposure to whole body vibration (WBV) (Kim et al., 2016; Tiemessen et al., 2008), and WBV combined with awkward postures (Hoy et al., 2005; Raffler et al., 2017). Besides driving distance, short- and long-haul truck drivers have very different work profiles (Hanowski et al., 2000; Olson et al., 2009). Short-haul truck drivers make multiple pickups and deliveries per shift involving frequent manual load handling, load and unload the truck, and coordinate tasks with customers. In contrast, long-haul truck drivers work profile is characterized

mainly by driving longer distances in a specific region or cross-country, making fewer deliveries, and having more of irregular shifts. Such different exposures to work-related risk factors likely explain the different MS pain prevalence between these groups.

Interestingly, while most studies show significant associations between MS pain among professional truck drivers and individual as well as work-related physical risk factors, association with psychosocial factors is less clear. These factors are usually assessed through the Effort-reward imbalance (ERI) model from Siegrist (1996) and the Demand-Control-Support Model (DCS) from Karasek and Theorell (1990). The ERI model states that a mismatch between high efforts and low rewards leads to adverse stress-related health problems, while the DCM model states that a combination of high psychological demands and low decision latitude yields job strain situations that increase the risk for developing diseases. Social support is a third dimension of the DCS model buffering the negative effect of job strain situations. High ERI has been associated with a higher probability of reporting MS symptoms in bus and subway drivers (Peter et al., 1998). This result was corroborated in a 7.5-year prospective study of San Francisco transit operators, where a high ERI ratio and job strain situations increased the likelihood of neck injuries (Rugulies and Krause, 2008). Recent studies specific to the trucking industries also showed that low decision latitude, low social support and job dissatisfaction to be significant predictors of neck pain (Bovenzi, 2015a), and of hand, wrist and upper limb disorders when combined with high physical exposure (Devereux et al., 2002). Goon et al. (2010) found a weak association between low back pain and psychological stress in long-haul drivers. A cross-sectional study from Bovenzi et al. (2006) and longitudinal studies from Bovenzi (2009, 2010) and Bovenzi et al. (2015b) among professional drivers failed to show clear associations between LBP outcomes and psychosocial risk factors derived from the DCS model. Such a result might be due to the heterogeneity in the groups of professional drivers in these studies (e.g., 6 different sectors, and 17 different machines/vehicles in Bovenzi et al. 2006). Given the sample sizes available if an association between MS pain and work-related psychosocial risk factors was actually present in one of the sub-groups, then it may not have been possible to detect it at the group level.

In Canada, the trucking industry is one of the largest industrial sectors with over 200,000 workers in 2010 (Statistics Canada 2010). In spite of its importance, very few studies have investigated work-related injuries or MS outcomes among Canadian truck drivers and, to our knowledge, none

has yet compared short- and long-haul delivery drivers working for a single large employer (or same industrial sector) in terms of exposure to risk factors for MSD.

The aim of this cross-sectional comparative study was to document the prevalence of self-reported MS pain in different body areas and investigate associations with self-reported exposures to risk factors for MS disorders (individual, work-related physical and psychosocial) among two groups of Canadian truck drivers (short- and long-haul) all employed by a same multinational company specializing in industrial gas delivery.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers

<b>Source Authors (year)</b>	<b>Description Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Outcome measures Factors studied, modeling method and study type</b>	<b>Key findings</b>
<b>Studies about truck drivers</b>			
Andrusaitis et al. (2006)	Truck drivers with over 1 year of professional experience who drove in Sao Paulo State. <i>N</i> =410 (RR=83%)	Low back pain: type, duration, and frequency of pain to characterize activity-related back pain over past 12 months. Logistic regression; Cross-sectional study.	59% prevalence of LBP. Association mainly with increased working hours.
Apostolopoulos et al. (2013)	“Healthy Trucker Survey” from US. <i>N</i> =316 (RR=100%)	Physical and mental health and healthcare access. Logistic regression; Cross-sectional study.	42.3% prevalence of MS disorders (e.g., chronic back and neck pain reported) Long-haul truck drivers in the U.S. working in a stressor-filled environment.
Bhaumik and Anjenaya (2017)	Truck drivers from India <i>N</i> =232	Low back pain or discomfort. Correlations; Cross-sectional study.	62% Prevalence of LBP. Association with age, years in service, BMI, seat comfort, driving hours per /week & average daily driving distance in kilometres.
Chih-Long Lin and Chen (2010)	Male short haul home delivery drivers from Taiwan <i>N</i> =32	The severity and frequency of discomfort for 8 body areas (neck, upper back, low back, shoulder, elbow, hand/wrist, thigh/knee, and shank/ankle/foot) over past 12 months Cross-sectional study.	Prevalence of MS pain 56% LBP, 47% neck, 38% shoulders, 34% hand/wrist.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Goon et al. (2010)	Long haul truck drivers from India N=200 (RR=17%)	Low back pain prevalence over past 12-month period. Symptoms, predisposing factors, history of low back pain, diurnal variations, onset, duration, severity. Logistic regression; Cross-sectional study.	73.5% prevalence of LBP. Association with age and weak association with psychological factors.
Kim et al. (2016)	Long-haul truck drivers from USA N=96 (RR=91%)	MS pain outcomes. Degree of disability and quality of life. Truck driver's physical and mental health Logistic regression; Cross-sectional study.	LBP had the highest prevalence (72.5%) and physical health of the truck drivers found to be below US averages. Predominant-axis A(8) or vector sum A(8) vibration may have a stronger link to LBP.
Miyamoto et al. (2000)	Long haul truck drivers working in a large chemical industry in Japan. N=181 (RR=85%)	Low back symptoms over past month. Logistic regression; Cross-sectional study.	50.3% prevalence of LBP (past month). Association with working conditions (e.g., irregular working hours, short resting time and long driving time in a day), and "shortage of spending time with family" (individual risk factor).
Mozafari et al. (2015)	Truck drivers, N=173 Office workers, N=173	12-month and 7-day prevalence of MS outcomes in different body areas (neck, shoulders, back, lumbar, elbows, hand/wrist, buttock, knee/ankle) Logistic regression; Case-control study.	12-month and 7-day prevalence of MS outcomes were very high in both groups (>50%). WMSD 12-month prevalence among truck drivers was higher than among office workers.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Okunribido et al. (2006)	Delivery drivers N=110 (RR=58.2%)	Prevalence and nature of LBP over past 12 months. Descriptive statistics.	50% prevalence of LBP. Transient (lasting less than a week) LBP prevalence among drivers.
Ramroop et al. (2006)	Truck drivers from South Africa N=120 (RR=100%)	Presence of LBP over past 7-day and past 12-month periods. Logistic regression; Cross-sectional study.	79% prevalence of LBP (past 12-month period). 64% prevalence of LBP (past 7-day period). Association with awkward posture, perceived vibration levels, stress.
Robb and Mansfield (2007)	Truck drivers who were randomly sampled from customers at rest areas in England and Scotland. N=192 (RR=70%)	MS injuries and disorders over the past 12-months. Logistic regression; Cross-sectional study.	>80% prevalence of MS pain in any body area, and 60% prevalence of LBP. Association with manual material handling (MMH) and subjective ratings of seat discomfort.
Van der Beek et al. (1993)	Dutch lorry drivers N=975 (RR=55%)	MS complaints and perceived health over the past 12 months. Logistic regression; Cross-sectional study.	45% prevalence of back pain, followed by the shoulder (26%) and knee (24%). Association with age.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

Source	Description	Outcome measures	Key findings
Authors (year)	Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)	Factors studied, modeling method and study type	
<b>Different groups of professional/occupational drivers (including truck/lorry/ fork lift truck drivers)</b>			
Awang Lukman et al. (2017)	Drivers of tanker lorries transporting petrol, diesel or bitumen, <i>N</i> =83. Drivers of cargo lorries transporting (LPG) cylinders, <i>N</i> =18 Drivers of small forklift trucks <i>N</i> =9. Bus drivers, <i>N</i> =8.	LBP refers to back pain lasting for 1 day or longer over the past 12 months. Logistic regression; Cross-sectional study.	66.4% prevalence of LBP among commercial vehicle drivers. Higher risk for drivers exposed to WBV and who frequently handle heavy loads manually with awkward postures, than drivers exposed to only one of these risk factors. No association with psychosocial factors.
Bovenzi et al. (2006)	Italian professional drivers <i>N</i> =598 (RR=92–97%)	Pain or discomfort in the low back area: pain intensity, LBP disability, over the past 7 days and past 12 months. Logistic regression; Cross-sectional study.	Exposure to WBV and physical loading factors at work represent components of the multifactorial origin of LBP.
Bovenzi (2009)	Italian professional drivers <i>N</i> =537 (RR=85%)	Prevalence and incidence of LBP outcomes (pain or discomfort in the low back area): pain intensity, LBP disability, over the past 7 days and past 12 months. Logistic regression; Longitudinal prospective cohort study	Association between prevalence of LBP and physical work load, but none with psychosocial environment.



Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Bovenzi et al. (2010)	Italian professional drivers, who were not affected with LBP at the initial survey conducted by Bovenzi et al. (2006) N=202	Cumulative incidence of LBP over the follow up period. The incidence of high pain intensity and severe disability. Logistic regression; Longitudinal prospective cohort study	Association between LBP prevalence and physical work load, but none with perceived psychosocial work environment (over the follow-up period).
Bovenzi et al. (2015a)	Italian professional drivers N=537 (85%)	Prevalence and incidence of neck and shoulders pain (NSP) outcomes: frequency, duration and intensity. Logistic regression; Longitudinal prospective cohort study	Associations: all NSP outcomes and WBV exposure, psychological distress; Shoulders pain outcomes and lifting loads, working with hands above shoulder level; Neck pain outcomes and driving with trunk bent or twisted, limited job decision, low social support and job dissatisfaction.
Bovenzi et al. (2015b)	Italian professional drivers N=537 (RR=85%)	The cumulative incidence of 12-month low back outcomes, chronic LBP, and sciatic pain. Generalised estimating equations (GEE) method; Longitudinal prospective cohort study	No association between 12-month LBP and psychosocial work environment.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Devereux et al (2002)	Manual handlers, delivery drivers, technicians, customer services computer operators, and general office staff, from 26 randomly selected sites of a company, in UK. N=891 (RR=58%)	MS symptoms in the neck, shoulders, elbows, and hands/wrists areas were defined by aches, pain, or discomfort during the 7 days preceding completion of the questionnaire. Logistic regression; Cross-sectional study.	Prevalence of hand/wrist and upper limb disorders associated with combined high physical and high psychosocial exposures.
Kresal et al. (2017)	Professional bus drivers, car/van drivers, international truck/ lorry drivers, and ambulance car drivers, from Slovenia. N=275 (RR=91%-78%)	Incidence and severity of low back pain. Analysis of variance, logistic regression.	Prevalence of LBP higher among bus drivers and lorry drivers on international routes than among professional drivers of vans and passenger cars, but without any statistical significance.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont.)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Okunribido et al. (2008)	Police drivers: <i>N</i> =58 (RR=77.3%) Tractor drivers: <i>N</i> =60 (RR=70.6%) Truck/van drivers: <i>N</i> =64 (RR=58.2%) Pilots: <i>N</i> =62 (RR=77.5%) Bus drivers: <i>N</i> =61 (RR=76.3%) Construction drivers <i>N</i> =34 (RR=48.6%) Taxi drivers Controls <i>N</i> =49 (RR=49%)	LBP in the past 12 months, and 7 days. Logistic regression; Cross-sectional study.	Interaction effect due to posture and one or both of vibration and MMH, rather than the individual exposure effects, associated with LBP.
Raffler et al. (2017)	Professional drivers (buses and locomotives, cranes and gantry cranes, earth-moving machinery, forklift trucks) <i>N</i> =102 (RR=79%)	Occurrence of pain in the neck, shoulder, upper and lower back areas in the past 12 months or ever in their occupational lives. Logistic regression; Cross-sectional study	Association between prevalence of LBP with a combination of WBV measures and awkward posture, but none with individual or psychosocial factors.

Table 4.1 Summary of findings from studies of self-reported musculoskeletal (MS) pain, disorders and injury among truck drivers (cont. and end)

<b>Source</b>	<b>Description</b>	<b>Outcome measures</b>	<b>Key findings</b>
<b>Authors (year)</b>	<b>Population studied, number of participants (N) and response rate (RR)</b>	<b>Factors studied, modeling method and study type</b>	
Tiemessen et al. (2008)	European male drivers of different occupational vehicles (lawn mowing machines, wheeled loaders, excavators, lorries, dumpers, steamrollers, tractors, bulldozers, mobile cranes, boats and an asphalt machine) N=571	LBP in the past 12 months. Driving-related LBP. LBP intensity, disability. Logistic regression; Longitudinal prospective cohort study	Significant trend for driving-related LBP with daily driving time, and the cumulative measures total hours of exposure, and WBV.
<b>Other groups of professional/occupational drivers</b>			
Peter et al. (1998)	Professional drivers (subway and bus) N=528 (24%)	MS symptoms, fatigue and sleep disturbances, nausea and dizziness. Logistic regression; Cross-sectional study.	59.3% prevalence of MS symptoms. Association with effort-reward imbalance.
Rugulies and Krause (2008)	Transit vehicle operators employed by the San Francisco Municipal Railway N=1179 (60%)	First incidence of low back injury and first incidence of neck injury during 7.5 years of follow up. Cox proportional hazards regression; Longitudinal cohort study	Association between LBP and neck injuries and effort-reward imbalance, but none with personal worker characteristics, physical workload, ergonomic problems, baseline pain and job strain.

## **4.2 Methods**

The data were collected through anonymous self-reporting questionnaires between May and October 2016 at company locations in 6 Canadian provinces (Quebec, Ontario, Alberta, New Brunswick, British Columbia, Nova Scotia). The present study was part of a larger project in which field observations were also conducted to assess exposures to work-related physical risk factors for MS outcomes. The study was approved by the Research Ethics Board at Polytechnique Montreal and at the University of Montreal (No. CÉR-1516-27).

### **4.2.1 Participants**

All 249 delivery truck drivers from the same company were targeted across Canada for this study. They were either P&D drivers responsible for picking-up and delivering gas cylinders of different sizes, or Bulk delivery drivers responsible for delivering gas from large tanker trucks. The work involved in P&D differs from the work in Bulk delivery as P&D involves more manual materials handling (i.e., empty or full gas cylinders), short driving distances, and many deliveries per day. On the other hand, Bulk delivery involves longer driving distances and one or few clients per day since the volume of gas to deliver is large.

Two strategies were used to contact the drivers. At the company locations visited by the research team members, the drivers received an envelope containing a short description of their expected participation and confidentiality aspects of the data collected, an informed consent form, and the questionnaire. The team members who were on site during regular working hours explained the details of the study to participants during a meeting held in a private room, and answered their questions, if any, about the study or the questionnaire. For the locations not visited by the research team, envelopes containing also a pre-addressed return envelope were sent by mail directly to the drivers' supervisors who were tasked to distribute the envelopes and collect the sealed return envelopes, and then to mail them back to the research team. The supervisors were contacted by phone several times to follow up on envelopes collection.

The inclusion criterion was to be employed as a full-time truck driver by the company for the twelve months prior to the study. Out of the 249 drivers, 130 from 6 Canadian provinces met the criterion and agreed to participate in the study by signing the informed consent form. Seven questionnaires were excluded from the dataset either because the worker had not worked in the

preceding 12 months (n=6) or because it had been returned incomplete. Hence, 123 drivers produced usable data (63 Bulk and 60 P&D) resulting in a response rate of 49%. Most of the drivers (97 out of 123) were met in person at their workplace by a research team member.

## 4.2.2 Questionnaire Design

### 4.2.2.1 Individual Factors

The questionnaire in this study used questions from the Québec Social and Health Survey of 1998 (ESSQ98)(Institut de la statistique du Québec, 2001) to document individual factors (*Age*: years; *Gender*: male or female; *Marital status*; *Education*: highest level reached; *Annual family income*; *Frequency of alcohol use*: every day, 4 to 6 times a week, 2 to 3 times a week, once a week, 2 to 3 times a month, once a month, less than once a month; *Smoking*; *Frequency of physical activity*: never, about once a month, about 2 or 3 times a month, about once a week, about twice a week, about 3 times a week, 4 or more times a week; *Stature* and *Weight*: m and kg; *Sleeping hours*: average number of hours).

### 4.2.2.2 Physical and Psychosocial Factors

For the physical and psychosocial factors, the questionnaire used questions from the Québec Survey on Working and Employment Conditions and Occupational Health and Safety (EQCOTESST) (Vézina et al., 2011). Exposure to each physical risk factor (i.e., working with hands above shoulders, working with bent or twisted back, doing repetitive movements with hands or arms, making precise movements, doing work that requires forceful exertion, handling heavy loads without lifting devices, being exposed to vibrations from hand tools, being exposed to vibration from large machines or the floor) was rated in terms of frequency on four levels (1= never, 2= from time to time, 3= often, 4= all the time). Questions on the percentage of work time spent sitting and standing were also present. Psychosocial risk factors were assessed using questions from Karasek's Job Content Questionnaire (JCQ) (Karasek et al. 1998). These included measurements of *Psychological demands* comprising 8 questions, *Decision latitude* by summing 2 subscales of *Skill discretion* (5 items) and *Decision authority* (3 items), and the *Social support* dimension that was the sum of support from supervisors (5 items) and support from co-workers (6 items). Tension at work (*Job-strain*), a combination of low decision latitude and high psychological demands, as well as (*Iso-strain*), a combination of tension at work and low social support at work

were also considered. For *Job-strain* and *Iso-strain*, a median split from the normal distribution was considered to create high/low categories on decision latitude, psychological demands, and social support. The *Effort-reward imbalance* (ERI) model developed by Siegrist (1996), which measures efforts through 6 items and rewards through 10 items, was also used. An ERI ratio was calculated with a numerator containing the effort score and a denominator containing the reward score (corrected for numbers of items). Values above 1 indicated a *High effort-reward imbalance*.

#### **4.2.2.3 Musculoskeletal Pain**

MS pain questions were based on the ESSQ98 survey (Institut de la statistique du Québec, 2001) which in turn was based on the Nordic Questionnaire (Kuorinka et al., 1987). Participants were presented with a body chart and asked about MS symptoms in the form of pain felt over the past 7 days and over the 12 months prior to the study in the following body areas: neck, shoulders, arms, elbows, lower back, forearms, wrist or hand, hips or thighs, knees, legs, calves, ankles or feet. They had to rate symptoms in each part according to frequency (1= never, 2= from time to time, 3= often, 4= all the time). They were also asked to indicate for each area if they believed that the pain was related to work or not (1= totally related, 2= partly related, 3= not related, 4=unknown), and to indicate to what task or aspect of their work they thought the pain was related.

#### **4.2.3 Data Analysis**

The analytical sample for this study is based on 123 self-reported questionnaires. The first step of the data analysis, after structuring the database, was to calculate percentages and means for individual factor items. This initial descriptive data analysis was carried out for the overall sample and then separately for each driver subgroup (P&D and Bulk). The subgroups were compared through Chi-Square tests for the categorical variables and Student t tests for the continuous variables, with a  $p < 0.05$  statistical significance level.

The prevalence of MS pain reported by the truck drivers for each body part was determined and then compared with the corresponding results of the EQCOTESST for the active male workers population (Vézina et al., 2011). The comparisons were performed using z-tests with a  $p < 0.05$  statistical significance level. To enable comparisons, answers to MS pain questions were dichotomized into a *No MS* pain group (those who reported "never" having pain or "from time to

time") and a *MS* pain group (those who reported having pain "often" or "all the time") for each body area, as in Vézina et al. (2011).

Associations between risk factors and *MS* pain were analysed through multiple logistic regression. First, the analytical sample was stratified based on driver subgroup—P&D and Bulk—to evaluate differences in associative patterns among subgroups. Analyses were also performed on the overall sample using subgroups as an independent variable (reference category = P&D). Univariate logistic regression analyses were first conducted to examine associations between each independent variable (work-related and individual factors) and *MS* pain. Crude odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) were computed. Independent variables that were significant at  $p < 0.05$  (Hosmer and Lemeshow, 2000) were used next to conduct a multivariate logistic regression with dummy coding (Tabachnick and Fidell, 2001). Correlation between selected variables at this point was assessed, and those moderately correlated ( $|r| < 0.5$ ) were kept in the analyses to avoid multicollinearity in the final model. The multivariate analysis was performed using the stepwise selection method with a forward selection Likelihood Ratio, for the two blocks that contained physical and psychosocial variables, and with the Enter method for a third block containing personal variables. All the selected independent variables were entered in the multivariate logistic model as categorical variables, except for *Age*, *Years working for the company*, *BMI*, *Sleeping hours*, which were entered as continuous variables. Each model's adjustment was assessed by the Nagelkerke R-square, while Goodness-of-fit of the logistic model was assessed by the Hosmer–Lemeshow test, and the overall percent correctly predicted by the model. A  $p < 0.05$  statistical significance level was used in all modeling analyses. The SPSS version 24.0 statistical software package for Windows was used for all data analyses.

## 4.3 Results

### 4.3.1 Characteristics of participants and prevalence of *MS* pain

Characteristics of the 123 participants are described in Table 4.2. They were between 27 and 71 years old and had been working for this company between 1 and 35 years. The average for *Age*, *BMI*, *Years of experience* and *Annual family income*, were significantly higher for the Bulk driver group. No differences between the groups were observed regarding the other variables.



Table 4.2 Main characteristics of study participants

	<b>All drivers N=123</b>	<b>Bulk N=63</b>	<b>P&amp;D N=60</b>
Age (years)*	N=120 49 ± 9 (27-71)	N=61 52±8.1 (35-71)	N=59 46±9 (27-66)
Stature (m)	N=122 1.76±0.11 (1.54-2.10)	N=63 1.75±0.11 (1.55-2.03)	N=59 1.76±0.11 (1.54-2.10)
Weight (kg)	N=121 95.0±18.0 (63.5-163.3)	N=62 98.0±16.6 (65.8-145)	N=59 92.0±19.0 (63.5-163.3)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )*	N=121 31.0±6.0 (17.8-52.9)	N=62 32.0±6.1 (24.3-52.9)	N=59 29.8±6.1 (17.8-45.3)
Years with the company *	N=120 9±8 (1-35)	N=62 11±8 (1-35)	N=58 7±8 (1-31)
Annual family income (\$)*	N=109 103 876±33 154 (50 000-200 000)	N=56 118 991±30 263 (50 000-200 000)	N=53 87 905±30 000 (50 000-160 000)
Sleeping (hours)	N=122 6.7±1.0 (3-9)	N=63 6.7 ±1.2 (3-9)	N=59 6.7±1.0 (4-9)
Alcohol consumption	N=105	N=54	N=51
≥ Once a week	50.5%	46.3%	54.9%
< Once a week	49.5%	53.7%	45.1%
Physical activity	N=122	N=62	N=60
≥ Once a week	79.5%	77.4%	81.7%
< Once a week	20.5%	22.6%	18.3%
Smoking	N=121	N=62	N=59
Yes	15.7%	12.9%	18.6%
No	84.3%	87.1%	81.4%
Education	N=118	N=58	N=60
No diploma or certificate	38.1%	43.1%	33.3%
University certificate or diploma below the bachelor level	61%	56.9%	65%
Bachelor's degree or high	0.8%	0.0%	1.7%

Note. mean ± SD (min – max) \* The overall t-student test is statistically significant, according to division, at the threshold  $p < 0.05$ .

Table 4.3 summarizes the prevalence of MS pain according to the body area in each driver subgroup and in the Québec active male worker population. In the following results, MS pain refers to the

reporting of symptoms "often" or "all the time" during the period preceding the study (7-day, 12-month), "totally" or "partly" related to work, in at least one of the 14 body areas investigated (Vézina et al., 2011).

Table 4.3 Prevalence of reported MS pain among truck drivers (Bulk and P&D) over the past 12-month period and the past 7-days period and comparison to the male worker population of Quebec (EQCOTESST).

	EQCOTESST (male workers)	Past 12 months			Past 7 days		
		All drivers N=123	Bulk N=63	P&D N=60	All driver s N=123	Bulk N=63	P&D N=60
Neck	4%	14.6%*	19.0%*	10.0%*	8.9%	9.5%	8.3%
Shoulders		<b>20.3%</b>	<b>28.6%</b>	<b>11.7%</b>	13.8%	15.9%	11.7%
Upper back		6.5%	9.5%	3.3%	4.1%	6.3%	1.7%
Arms		8.1%	9.5%	6.7%	4.9%	6.3%	3.3%
Elbows		5.7%	4.8%	6.7%	3.3%	3.2%	3.3%
Lower back		<b>21.1%</b>	<b>33.3%</b>	<b>8.3%</b>	<b>14.6%</b>	<b>22.2%</b>	<b>6.7%</b>
Forearm, wrist or hand		12.2%	12.7%	11.7%	7.3%	7.9%	6.7%
Hips or thighs		8.9%	12.7%	5.0%	2.4%	4.8%	0.0%
Knees		7.3%	7.9%	6.7%	1.6%	1.6%	1.7%
Legs, calves		3.3%	1.6%	5.0%	3.3%	3.2%	3.3%
Ankles or feet		5.7%	4.8%	6.7%	3.3%	4.8%	1.7%
<b>Back</b> (upper back, lower back)	8%	<b>22.0%*</b>	<b>34.9%*</b>	<b>8.3%</b>	<b>14.1%</b>	<b>21.8%</b>	<b>6.3%</b>
<b>Upper limbs</b> (shoulders, arms, elbows, forearms, wrists or hands)	8%	29.3%*	34.9%*	23.3%*	16.2%	20.1%	12.1%
<b>Lower limbs</b> (hips, thighs, knees, legs, calves, ankles or feet)	4%	17.1%*	22.2%*	11.7%*	6.4%	9.3%	3.3%
Any MS pain	16%	<b>43.1%*</b>	<b>57.1%*</b>	<b>28.3%</b>	<b>26.8%</b>	<b>36.5%</b>	<b>16.7%</b>

Bold values represent statistical significance between driver subgroups, at the threshold of 5%.

\* Prevalence of MS pain is statistically and significantly higher in comparison with the male worker population of Quebec (EQCOTESST) at  $p < 0.05$

The overall prevalence of MS pain in at least one body area investigated for the past 12-month and 7-day periods was 43.1% and 26.8%, respectively. Among drivers reporting MS pain in the past 12 months, low back was the area with the highest prevalence (21.1%), followed by shoulders (20.3%), and neck (14.6%). Among those reporting MS pain in the past 7 days, the highest prevalence was observed for the low back (14.6%) closely followed by shoulders (13.8%), and neck (8.9%). In comparison to Québec's active male worker population (ECQOTESST), truck drivers in this study had a significantly higher prevalence of MS pain during the past 12 months in four body areas: back (22% vs 8%), upper limbs (29.3% vs 8%), neck (14.6% vs 4%), and lower limbs (17.1% vs 4%).

The subgroup of Bulk drivers had a significantly higher prevalence than Québec's active male workers during the past 12 months in four body areas: back: 34.9% vs 8%, upper limbs: 34.9% vs 8%, neck: 19% vs 4%, and lower limbs: 22.2% vs 4%. Whereas among P&D drivers, the prevalence was higher for three of these areas: upper limbs: 23.3% vs 8%, lower limbs: 11.7% vs 4%, and neck: 10% vs 4%.

The Bulk drivers had a significantly higher prevalence of MS pain than their P&D colleagues over the past 12-month period as well as over the past 7-day period. Over the past 12 months, prevalence was highest for low back in Bulk drivers (33.3%), and for shoulders in P&D drivers (11.7%). Similar results were observed for the past 7-day period (Bulk: low back with a prevalence of 22.2%; P&D: shoulders with a prevalence of 11.7%).

## 4.3.2 Risk factors for MS pain

### 4.3.2.1 Univariate analysis

- Overall results

Tables 4.4, 4.5 and 4.6 summarize crude ORs for individual, physical and psychosocial risk factors associated with MS pain from univariate logistic regressions. The factors significantly associated with the presence of MS pain in at least one body area were: *Years with the company*, *Driver subgroup* (Table 4.4), *Working with hands above shoulder level*, *Doing work that requires forceful exertion*, *Whole-body vibration*, *Hand-arm vibration* (Table 4.5), *High psychological demand*, *High effort*, and *High effort-reward imbalance* (Table 4.6). These factors were entered as independent variables in the multivariate logistic models.

The factors significantly related to neck pain were: *High psychological demand, Iso-strain, High effort, Low reward, High effort-reward imbalance* (Table 4.6), *Alcohol consumption* (Table 4.4), and *Working with the hands above shoulder level, Hand-arm vibration* (Table 4.5).

A significant association was found between the declaration of MS pain in the low back and decreasing *Sleeping hours*, belonging to the *Bulk driver subgroup*, a higher number of *Years with the company* (Table 4.4), being exposed to *Hand-arm vibration* (Table 4.5), as well as *High effort*, and *High effort-reward imbalance* (Table 4.6).

MS pain in the shoulders among truck drivers was associated with *Alcohol consumption*, belonging to the *Bulk driver subgroup* (Table 4.4), being exposed to *Hand-arm vibration* (Table 4.5), *Low decision latitude, High effort*, and *High effort-reward imbalance* (Table 4.6).

Table 4.4 Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)
Driver subgroup									
P&D	60	28.3%	Ref	10.0%	Ref	8.3%	Ref	11.7%	Ref
Bulk	63	57.1%	3.37 (1.59-7.14)*	19.0%	2.11 (0.74-60.6)	33.3%	5.50 (1.91-15.7)*	28.6%	3.02 (1.16-7.90)*
Age									
<50yr	54	35.2%	Ref	13.0%	Ref	20.4%	Ref	13.0%	Ref
≥50yr	66	48.5%	1.73 (0.82-3.62)	15.2%	1.19 (0.42-3.39)	21.2%	1.05 (0.43-2.55)	24.2%	2.14 (0.81-5.68)
BMI									
Healthy	14	35.7%	Ref	7.1%	Ref	14.3%	Ref	14.3%	Ref
Overweight	27	54.0%	2.11 (0.62-7.20)	20.0%	3.25 (0.37-27.86)	28.0%	2.33 (0.46-11.78)	24%	1.89 (0.37-9.68)
Obese	21	36.8%	1.05 (0.31-3.55)	12.3%	1.82 (0.20-16.13)	17.5%	1.27 (0.24-6.61)	19.3%	1.43 (0.28-7.36)
Physical activity									
>Once/week	97	44.3%	Ref	14.4%	Ref	23.7%	Ref	19.6%	Ref
Rarely	25	36.0%	0.70 (0.28-1.75)	16.0%	1.12 (0.33-3.78)	12.0%	0.43 (0.12-1.60)	20.0%	1.02 (0.34-3.08)
Alcohol consumption									
Rarely	52	40.4%	Ref	7.7%	Ref	28.8%	Ref	13.5%	Ref
>Once/week	53	50.9%	1.53 (0.70-3.31)	22.6%	3.51 (1.05-11.7)*	20.8%	0.64 (0.26-1.58)	30.2%	2.78 (1.03-7.47)*
Smoking									
No	102	48.0%	Ref	16.7%	Ref	25.5%	-	22.5%	Ref

Table 4.4 Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression (cont. and end)

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)
Yes	19	21.1%	3.46 (1.07- 11.16)	5.3%	3.60 (0.45- 28.81)	0.0%	-	10.5%	0.40 (0.08- 1.87)
Sleeping (hours)									
≥7hrs	77	39.0%	Ref	11.7%	Ref	15.6%	Ref	20.8%	Ref
<7hrs	45	48.9%	1.49 (0.71- 3.14)	17.8%	1.63 (0.58- 4.59)	31.1%	2.44 (1.01- 5.90)*	17.8%	0.82 (0.32- 2.11)
Years with the company									
<6 yrs	54	33.3%	Ref	11.1%	Ref	14.8%	Ref	13.0%	Ref
≥6 yrs	67	52.2%	2.18 (1.04- 4.59)*	17.9%	1.74 (0.60- 5.00)	26.9%	2.11 (0.83- 5.32)	26.9%	2.46 (0.94- 6.44)
<b>Continuous measures</b>									
Age (years)			1.04 (1.00- 1.09)	-	1.00 (0.95- 1.06)	-	1.02 (0.97- 1.08)	-	1.03 (0.98- 1.09)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )			0.99 (0.93- 1.05)	-	0.97 (0.89- 1.06)	-	1.00 (0.93- 1.08)	-	0.99 (0.92- 1.06)
Years with the cmpy.			1.06 (1.01- 1.12)*	-	1.05 (0.99- 1.12)	-	1.06 (1.01- 1.12)*	-	1.02 (0.96- 1.07)
Sleeping hours			0.77 (0.55- 1.07)	-	0.76 (0.49- 1.20)	-	0.56 (0.37- 0.85)*	-	1.05 (0.70- 1.59)

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at p < 0.05

Table 4.5 Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression.

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)
Cumulative physical factors									
No physical factor	20	40.0%	Ref	15.0%	Ref	15.0%		25.0%	
1 to 3 factors	51	29.4%	0.62 (0.21-1.83)	2.0%	0.11 (0.11-1.16)	15.7%	1.05 (0.25-4.45)	13.7%	0.47 (0.13-1.73)
≥4 factors	52	57.7%	2.04 (0.71-5.84)	26.9%	2.08 (0.53-8.23)	28.8%	2.29 (0.58-9.00)	25.0%	1.00 (0.30-3.29)
Working with hands above shoulders									
Never or time to time	78	34.6%	Ref	9.0%	Ref	17.9%	Ref	17.9%	Ref
Often or all the time	45	57.8%	2.58 (1.21-5.49)*	24.4%	3.28 (1.16-9.21)*	26.7%	1.66 (0.69-4.00)	24.4%	1.47 (0.60-3.61)
Working with back bent forward or to one side or with twisted back									
Never or time to time	71	39.4%	Ref	11.3%	Ref	16.9%	Ref	19.7%	Ref
Often or all the time	51	49.0%	1.47 (0.71-3.05)	19.6%	1.92 (0.70-5.27)	27.5%	1.86 (0.77-4.45)	21.6%	1.12 (0.46-2.71)
Doing repetitive movements									

Table 4.5 Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression (cont.)

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)
Never or time to time	53	34.0%	Ref	11.3%	Ref	15.1%	Ref	17.0%	Ref
Often or all the time	70	50.0%	1.94 (0.93-4.06)	17.1%	1.62 (0.56-4.64)	25.7%	1.94 (0.77-4.9)	22.9%	1.44 (0.58-3.59)
Doing precise movements									
Never or time to time	83	39.8%	Ref	10.8%	Ref	18.1%	Ref	19.3%	Ref
Often or all the time	39	51.3%	1.59 (0.74-3.43)	23.1%	2.46 (0.89-6.81)	28.2%	1.78 (0.72-4.35)	23.1%	1.25 (0.49-3.16)
Doing work that requires forceful exertion									
Never or time to time	73	32.9%	Ref	9.6%	Ref	16.4%	Ref	17.8%	Ref
Often or all the time	49	59.2%	2.96 (1.39-6.26)*	22.4%	2.72 (0.97-7.63)	28.6%	2.03 (0.84-4.88)	24.5%	1.49 (0.61-3.62)
Handling heavy loads without lifting devices									
Never or time to time	83	39.8%	Ref	13.3%	Ref	20.5%	Ref	16.9%	Ref



Table 4.5 Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, for the neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression (cont. and end)

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)	Prev.	Crude OR (95% CI)
Never or time to time	100	38.0%	Ref	11.0%	Ref	17.0%	Ref	15.0%	Ref
Often or all the time	22	68.2%	3.49 (1.30-9.35)*	31.8%	3.77 (1.26-11.2)*	40.9%	3.38 (1.24-9.1)*	45.5%	4.72 (1.73-12.87)*
Whole-body vibration									
Never or time to time	79	34.2%	Ref	12.7%	Ref	19.0%	Ref	16.5%	Ref
Often or all the time	43	60.5%	2.94 (1.36-6.34)*	18.6%	1.57 (0.57-4.35)	25.6%	1.46 (0.60-3.55)	27.9%	1.96 (0.80-4.80)
Prolonged sitting									
No	79	40.5%	Ref	11.4%	Ref	16.5%	Ref	16.5%	Ref
Yes	42	47.6%	1.33 (0.62-2.83)	21.4%	2.12 (0.77-5.83)	28.6%	2.03 (0.82-4.97)	26.2%	1.80 (0.72-4.47)
Prolonged standing									
No	86	47.7%	Ref	17.4%	Ref	22.1%	Ref	26.7%	Ref
Yes	36	33.3%	0.54 (0.24-1.23)	8.3%	0.43 (0.11-1.58)	19.4%	0.85 (0.32-2.24)	5.6%	0.16 (0.03-0.72)
Prolonged standing with no possibility of sitting									
No	112	43.8%	Ref	14.3%	Ref	20.5%	Ref	22.3%	-
Yes	11	36.4%	1.36 (0.37-4.91)	18.2%	0.75 (0.14-3.79)	27.3%	0.68 (0.16-2.80)	0.0%	-

Table 4.6 Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression

	Any MS pain			Neck		Low back		Shoulders	
	N	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Psychological demand									
Low	60	31.7%	Ref	5.0%	Ref	15.0%	Ref	16.7%	Ref
High	63	54.0%	2.53 (1.21-5.28)*	23.8%	5.93 (1.62-21.73)*	27.0%	2.09 (0.85-5.15)	23.8%	1.56 (0.64-3.81)
Decision latitude									
High	62	37.1%	Ref	12.9%	Ref	14.5%	Ref	12.9%	Ref
Low	59	49.2%	1.63 (0.79-3.38)	16.9%	1.37 (0.50-3.77)	27.1%	2.19 (0.88-5.44)	28.8%	2.73 (1.07-6.93)*
Social support									
High	67	35.8%	Ref	10.4%	Ref	16.4%	Ref	16.4%	Ref
Low	52	50.0%	1.79 (0.85-3.74)	21.2%	2.30 (0.82-6.42)	28.8%	2.06 (0.85-4.98)	25.0%	1.69 (0.68-4.17)
Job-strain									
No	92	39.1%	Ref	12.0%	Ref	17.4%	Ref	17.4%	Ref
Yes	29	55.2%	1.91 (0.82-4.44)	24.1%	2.34 (0.81-6.75)	31.0%	2.13 (0.82-5.54)	31.0%	2.13 (0.82-5.54)
Iso-strain									
No	104	39.4%	Ref	12.5%	Ref	19.2%	Ref	18.3%	Ref
Yes	13	61.5%	2.45 (0.75-8.03)	38.5%	4.37 (1.24-15.41)*	38.5%	2.62 (0.77-8.88)	38.5%	2.79 (0.82-9.50)
Effort									
Low	66	27.3%	Ref	4.5%	Ref	12.1%	Ref	12.1%	Ref
High	57	61.4%	4.24 (1.98-9.07)*	26.3%	7.50 (2.04-27.50)*	31.6%	3.34 (1.32-8.45)*	29.8%	3.08 (1.21-7.82)*

Table 4.6 Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Reward									
High	59	32.2%	Ref	6.8%	Ref	15.3%	Ref	15.3%	Ref
Low	63	54.0%	2.46 (1.18-5.16)	22.2%	3.92 (1.21-12.73)*	27.0%	2.05 (0.83-5.05)	25.4%	1.89 (0.76-4.69)
Effort-reward imbalance									
Low	74	31.1%	Ref	6.8%	Ref	13.5%	Ref	14.9%	Ref
High	48	62.5%	3.69 (1.72-7.93)*	27.1%	5.12 (1.69-15.53)*	33.3%	3.20 (1.30-7.84)*	29.2%	2.35 (0.96-5.76)*

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$

- Driver group results

Tables A-1, A-3, and A-5 (in the appendix) summarize the crude ORs for individual, physical and psychosocial risk factors associated with MS pain that were computed through univariate logistic regression analyses for the Bulk driver group. The factors significantly associated with MS pain in at least one body area, were *Doing work that requires forceful exertion*, *Handling heavy loads without lifting devices* (Table A-3), and *Low social support*, *High effort*, *Low reward*, *High effort-reward imbalance* (Table A-5). MS pain in the low back was significantly associated with *High effort-reward imbalance* as well as *Low social support* and *High effort* (Table A-5), *Handling heavy loads without lifting devices* (Table A-3) and decreasing *Sleeping hours* (Table A-1). MS pain in the neck area was associated with *Alcohol consumption* (Table A-1), *Doing work that requires forceful exertion*, *Handling heavy loads without lifting devices* (Table A-3), *High effort-reward imbalance* as well as a *Low social support* and *High effort* (Table A-5). MS pain in the shoulders was associated with *Alcohol consumption* (Table A-1), *Handling heavy loads without lifting devices* (Table A-3), *High effort* and *High effort-reward imbalance* (Table A-5). The above factors were used as co-variables in the respective multivariate logistic models.

Results of the univariate logistic regression analyses among the P&D drivers are summarized in tables A-2, A-4 and A-6 (in the appendix). The factors significantly associated with MS pain in at least one body area were number of *Years with the company* (Table A-2), *Working with hands above shoulder level*, *Doing work that requires forceful exertion*, *Doing work that requires repetitive movements*, *Working with back bent forward or to one side or with twisted back*, *Whole-body vibration* (Table A-4), and *High effort* (Table A-6). The only factor significantly related to MS pain in the neck was decreasing *Sleeping hours* (Table A-2). MS pain in the shoulders was associated with a higher number of *Years with the company* (Table A-2) and being exposed to *Hand-arm vibration* (Table A-4). These factors were entered as independent variables in the multivariate logistic models.

- Correlation matrices

Table 4.7 shows the correlation matrix for the main psychosocial factors. High correlation ( $r > 0.5$ ) was found between *Psychological demand*, *Decision latitude*, and *Job-strain*; between *Job-strain* and *Iso-strain*; and between *Effort*, *Reward*, and *High effort-reward imbalance*. To avoid multicollinearity in the final multivariate logistic regression models, highly correlated variables

were eliminated from the list of independent variables. For individual and work-related physical risk factors, low correlations were observed and hence all significant factors were kept in the final models as independent variables.

Table 4.7 Correlation matrix for the main dimensions of JCQ (Karasek) and ERI (Siegrist) models

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Effort	1	-0.31**	0.69**	0.01	0.50**	-0.18*	0.25**	0.21*
2. Reward	-0.31**	1	-0.64**	0.15	-0.27**	0.24**	-0.26**	-0.22*
3. Effort-Reward Imbalance	0.69**	-0.64**	1	-0.06	0.47**	-0.25**	0.29**	0.26**
4. Decision latitude	0.01	0.15	-0.06	1	0.04	0.14	-0.57**	-0.36**
5. Psychological demand	0.51**	-0.27**	0.47**	0.04	1	-0.02	0.54**	0.35**
6. Social support	-0.18*	0.24**	-0.25**	0.14	-0.02	1	-0.05	-0.40**
7. Job-strain	0.25**	-0.26**	0.29**	-0.57**	0.54**	-0.05	1	0.64**
8. Iso-strain	0.21*	-0.22*	0.26**	-0.36**	0.35**	-0.40**	0.64**	1

\*\* p<0.01, \* p<0.05

### 4.3.2.2 Multivariate Analysis Results

All variables with significant crude ORs in Tables 4.4 to 4.6, and A-1 to A-6 were retained as independent variables in the multivariate logistic models.

- Overall results

Table 4.8 summarizes the risk factors significantly associated with MS pain in the final multivariate logistic regression models. *Bulk driver subgroup* was a significant factor for MS pain in any body area (OR=4.05,  $p=0.006$ ), in the low back (OR=8.45,  $p=0.001$ ), and in the shoulders (OR=3.70,  $p=0.027$ ), while *High effort-reward imbalance* was associated with MS pain in any body area (OR=4.64,  $p=0.002$ ) and in the low back (OR=7.60,  $p=0.001$ ). *Whole-body vibration* was also a significant factor for MS pain in any body area (OR=3.15,  $p=0.02$ ), and MS pain in the low back was associated with *Sleeping hours* (OR=0.52,  $p=0.013$ ). MS pain in the neck was significantly associated with three risk factors: *Alcohol consumption* (OR=4.76,  $p=0.023$ ), *Working with hands above shoulder level* (OR=4.96,  $p=0.013$ ), and *Iso-strain* (OR=7.90,  $p=0.008$ ).

Table 4.8 Results from the multivariate logistic regression model using covariates selected from the univariate regressions for all truck drivers pooled, Bulk driver and P&D driver subgroups separately

Musculoskeletal Symptoms	Risk Factors	All truck drivers N=123		Bulk N=63		P&D N=60	
		OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
MS pain in any body area	Bulk driver subgroup	4.05 (1.49 -11.04)	0.006	-	-	-	-
	Whole-body vibration (Often or all the time)	3.15 (1.20-8.30)	0.020	-	-	5.48 (1.33-22.49)	0.018
	Working with hands above shoulders (Often or all the time)	-	-	-	-	6.58 (1.60-27.04)	0.009
	High effort-reward imbalance	4.64 (1.72-12.53)	0.002	6.47 (1.57-26.63)	0.010	-	-
Low back pain	Bulk driver subgroup	8.45 (2.36-30.20)	0.001	-	-	-	-
	Sleeping hours	0.52 (0.31-0.87)	0.013	0.50 (0.29-0.87)	0.014	-	-
	High effort-reward imbalance	7.60 (2.30-25.06)	0.001	4.51 (1.27-16.01)	0.020	-	-
Neck pain	Alcohol consumption	4.76 (1.24-18.24)	0.023	7.70 (1.20-29.12)	0.031	-	-
	Working with hands above shoulders (Often or all the time)	4.96 (1.40-17.49)	0.013	-	-	-	-
	Iso-strain	7.90 (1.70-36.85)	0.008	-	-	-	-
	Sleeping hours	-	-	-	-	0.24 (0.06-0.94)	0.040
Shoulder pain	Bulk driver subgroup	3.70 (1.16-11.77)	0.027	-	-	-	-
	Alcohol consumption	-	-	3.75 (1.00-14.05)	0.049	-	-
	Hand arm vibration (Often or all the time)	-	-	-	-	7.27 (1.12-24.95)	0.041
	Effort-reward imbalance	-	-	4.95 (1.35-18.18)	0.016	-	-

- Driver group results

Among Bulk drivers (Table 4.8), *High effort-reward imbalance* was strongly associated with MS pain in any body area (OR=6.47  $p=0.01$ ), with shoulder pain (OR= 4.95  $p= 0.016$ ), and with low back pain (OR=4.51  $p=0.02$ ). *Alcohol consumption* was strongly associated with MS pain in the neck (OR=7.70  $p=0.031$ ) and moderately with pain in the shoulders (OR=3.75  $p=0.049$ ), while *Sleeping hours* was associated with low back pain (OR=0.50,  $p=0.014$ ). No relation was found between MS pain in the neck and physical nor psychosocial risk factors for this group.

In the P&D driver group (Table 4.8), *Working with hands above shoulders* (OR=6.58  $p=0.009$ ) and *Whole-body vibration* (OR=5.48  $p=0.018$ ) were significant factors for MS pain in any body area. *Hand-arm vibration* was strongly associated with MS pain in the shoulders (OR=7.27  $p=0.041$ ), and *Sleeping hours* with MS pain in the neck (OR=0.24  $p=0.04$ ).

## 4.4 Discussion

This questionnaire-based cross-sectional study documented self-reported MS pain prevalence in short- (P&D) and long- (Bulk) haul truck drivers working for a same multinational company specializing in industrial gas delivery. Associations of self-reported MS pain with self-reported exposures to individual and work-related risk factors for MSD were also investigated.

### 4.4.1 Prevalence of MS pain

Two out of five drivers reported MS pain they thought was partly or totally related to their work over the 12-month period prior to the study in at least one body area (43.1%). One out of five drivers reported low back (21.1%) and shoulder (20.3%) pain over the same period, while one out of seven reported neck pain (14.6%). Comparisons with Québec's active male worker population (Vézina et al., 2011), the nearest reference population for which results are available, indicated that the truck drivers studied had a prevalence of MS pain that was three to four times higher than their reference population: back (22% vs 8%), upper limbs (29.3% vs 8%), neck (14.6% vs 4%), and lower limbs (17.1% vs 4%) (Table 4.3). Although prevalence figures for MS pain in the truck drivers studied here were higher than in Québec's worker population, they were much lower than those reported in other studies on truck drivers. For instance, 57% of Bulk drivers in this study reported MS pain in any body area in the past 12 months whereas Robb et al. (2007) reported a corresponding 80% prevalence. For back pain, prevalence was



33% in the Bulk driver subgroup whereas the figures range from 45% (Van der Beek et al., 1993) to 79% (Ramroop et al., 2006) in the different studies reported in Table 4.1.

One possible explanation for the lower prevalence in this study may be that industrial gas delivery involves an important portion of tasks other than driving. Indeed, in this study, P&D drivers work was characterized by short task cycles composed of driving, manual cylinder handling, and walking in different customer environments. Bulk driver work was characterized by a day-long task cycle involving longer hours of driving, walking in the customer yard to install the pipes, read the gauges and handle the valves that regulate debits, and much waiting and monitoring in mostly standing postures during gas transfer from the tanker truck to the client's tank. In a prospective cohort study among male professional drivers in Europe, Bovenzi (2009) found that increasing magnitude of whole-body vibration (WBV) and exposure time were strongly correlated with the incidence of low back pain. Hence, task variety in this study may have been less taxing for the MS system, and resulted in a lower prevalence for back pain than in other studies where driving may have represented a larger portion of the workday.

#### 4.4.2 Risk factors for MS pain

In this study, a number of physical work-related MS risk factors were associated with most MS pain outcomes, especially in the low back, shoulders and neck. Truck drivers who indicated working more often with arms above shoulder level had a 3 times higher prevalence of neck pain (Table 4.5). This is in line with Palmer et al. (2002), who found a similar result in a study conducted among the general British population. Drivers who reported doing forceful exertions had a 3 times higher prevalence of MS pain in any body area (Table 4.5). Those who reported being exposed to hand-arm vibration reported 3 to 4 times higher prevalence for pain in any body area, in the neck, in the low back and in shoulders. Besides exposure to whole-body vibration, body posture and manual handling of loads are considered as common risk factors for MS disorders mainly in the low back area (Hoy et al. 2005; Robb and Mansfield 2007). This study, however, failed to find any association between reported MS pain and body posture (i.e., *Prolonged sitting*, *Prolonged standing*, *Prolonged standing with no possibility of sitting*), or manual load handling.

Six out of the eight psychosocial work-related risk factors tested in this study were associated with MS pain in the neck, low back and shoulders. Neck pain was associated with *High psychological demands*, *Iso-strain*, *High effort*, *Low reward* and a *High effort-reward*

*imbalance* (Table 4.6). This is in line with Rugulies and Krause (2005) who found a statistically significant association between *Job-strain situations*, *Iso-strain situations*, social support, and neck injuries among 1,221 public transit operators followed over a 7.5 years period. In the present study, MS pain in any area or in the low back was associated with *High effort* and *High effort-reward imbalance*, while pain in the shoulders was associated with *Low decision latitude*, *High effort* and *High effort-reward imbalance*.

#### **4.4.2.1 Risk Factors Associated with P&D Drivers Work**

Just as in this study, Reiman et al. (2015) indicated that driving and manual tasks outside the cabin are the main characteristics of the daily work of P&D drivers. The cabin layout (e.g., seat, steering wheel and pedals positions) influences the posture of truck drivers, which often involve non-neutral back postures that, combined with vibrations, increase pressure and loading of the spinal discs (Hansson et al., 1991). According to Okunribido et al. (2008), the risks associated with vibrations and posture during driving can be aggravated when manual handling is also carried out. A combination of tired muscles due to exposure to vibrations (Hansson et al., 1991) and compressed discs make the spinal column more vulnerable to injury when loads have to be handled directly after driving. Truck drivers who frequently perform manual load handling are particularly vulnerable to pain and muscle injuries due to interactions between whole-body vibration, prolonged sitting and physical job demands (Kaila-Kangas et al., 2011; Kuiper et al., 1999; Olson et al., 2009). In their cross-sectional study, Okunribido et al. (2006) also pointed out that low back pain was significantly associated with the combination of body posture, whole-body vibration, and manual handling activities. A similar association was also documented by Bovenzi et al. (2006) between manual handling of loads, frequent trunk bending and twisting, exposure to whole-body vibration (WBV), and low back pain. Magnusson et al. (1996) showed back and neck pain to be associated with long-term vibration exposure, and heavy and frequent lifting, while low back pain was associated with a combination of long-term vibration exposure and frequent lifting. The results of our analysis concerning the P&D driver subgroup agree with previous studies in that awkward posture and whole-body vibration were associated with MS outcomes. Our multivariate analysis found that working with arms above shoulders (OR=6.58  $p=0.009$ ), and exposure to whole-body vibration (OR= 5.48  $p=0.01$ ) were associated with MS pain in any body area. Surprisingly though, manual handling was not identified as a risk factor in our study, despite the fact that P&D drivers handle gas cylinders frequently throughout the workday. This result may be due to the wording of the question about

manual handling taken directly from the EQCOTESST (Vézina et al., 2011) —"Handling heavy loads without lifting devices (for example lifting or carrying people or heavy objects such as cases or furniture)"— which may have been misinterpreted by the drivers. In the specific context of P&D drivers, heavier cylinders are very exceptionally lifted and never carried, but rather they are rolled vertically on their base. Many drivers can roll two tall and heavy cylinders at the same time. Although this handling method may involve reaching the maximum range of wrist motion (Chen et al., 2013) and often require the driver to work with hands above shoulder (tall cylinders), since it is not lifted nor carried as suggested in the question formulation, many drivers may not have perceived the load as heavy as formulated in the question, which led them to conclude they never or seldom handled heavy loads.

In the multivariate logistic regression analysis, *Hand-arm vibration* was found to be significantly related to shoulder pain in P&D drivers. Since this category of workers is not exposed to vibrating hand tools in their daily work, these answers can only be associated with the driving task, and likely to the steering wheel and gear shift lever in manual transmission equipped trucks. The P&D drivers travel on shorter distances than the Bulk drivers, and mostly in urban areas that require constantly shifting gear ratios. This translates to more time spent on the shift lever for the right hand and more time for the left hand to handle alone the steering wheel. Shift levers do transmit vibrations from the engine/transmission to the right arm while the generalized degraded quality of the roads in many areas of Canada may result in more vibration energy transmitted through the steering wheel operated with frequent shoulder flexion and/or abduction movements (Combs and Heaton, 2016; Pandis et al., 2015; Rhode and Rhode, 2014). These vibrations combined with the frequent daily climbing up and down from the cabin which requires exertions by the upper limbs in a flexed or abducted shoulder may end up putting undue stress on the shoulders of the P&D drivers.

#### **4.4.2.2 Risk Factors Associated with Bulk Drivers Work**

In this study, the Bulk driver subgroup MS pain prevalence for the back, upper limbs and lower limbs was 1.5 to 4 times higher than in the P&D subgroup either for the past 12-month and 7-day periods (Table 4.3). The multivariate logistic regression analyses indicated that belonging to the Bulk driver subgroup was associated with higher MS pain outcomes. It is interesting to note that these analyses also showed MS pain outcomes in Bulk drivers to be related to lifestyle (*Alcohol consumption, Sleeping hours*) and psychosocial (*High effort-reward imbalance*) risk

factors, whereas in P&D drivers they were related mainly to physical risk factors (Table 4.8). *High effort-reward imbalance* in the Bulk driver subgroup increased the odds of reporting MS pain by 4.5 for the low back, by 5 for the shoulders, and 6.5 for pain in any body area. In the literature, a similar link has been reported between Effort-reward imbalance and neck pain among Chinese workers (Yu et al., 2013), and upper limb pain among French nurses (Herin et al., 2011). A cross-sectional study (Peter et al., 1998) of workers from a public transport company in Germany reported significantly elevated prevalence of self-reported MS pain among bus and subway drivers suffering from an Effort-reward imbalance. A cohort study (Rugulies and Krause, 2008) also found an association between Effort-reward imbalance and the incidence of low back and neck injuries among American transit operators. On the other hand, a number of studies conducted among truck drivers failed to find any significant association between psychosocial risk factors and MS outcomes (Bovenzi et al., 2006; Bovenzi, 2009; Hoy et al., 2005).

In ad hoc discussions with drivers during data collection Bulk drivers often complained about spending an enormous amount of time driving, being alone and away from friends and family, and about working irregular schedules that did not allow them to have a normal way of life and that also resulted in irregular sleep-wake cycles. Miyamoto et al. (2000) conducted a cross-sectional study among 181 truck drivers working for a large chemical industry and found that “shortage of spending time with family” was a risk factor for low back pain. The association between the psychosocial work environment and the prevalence of MS disorders may be mediated by psychological work characteristics that influence the biomechanical load by increasing muscle activity, leading to an amplification of the muscle load associated to the physical workload of tasks, through a physiological mechanism, such as the autonomic nervous system (Hauke et al., 2011; Punnett et al., 2004). Stock et al. (2013) suggested that even the perception of pain could be influenced by psychosocial work characteristics. Dissatisfaction with their psychosocial work environment as reflected by the logistic regression analyses results may contribute to the high prevalence of MS outcomes in this study's Bulk driver subgroup.

This study also found that shorter sleep duration was associated with a higher prevalence of low back pain in this subgroup (Table 4.8), a finding that agrees with Generaal et al.'s (2016) who showed a significant association between short sleep duration and developing chronic MS pain among 1,860 participants who were followed for 6 years.

#### 4.4.2.3 Differences between Bulk and P&D drivers

Individual factors such as *Age*, *Years with the company* and *Annual family income* were statistically different between Bulk and P&D drivers. Age has been reported as a risk factor for developing MS pain (Cassou et al., 2002). Van der Beek et al. (1993) conducted a cross-sectional study among lorry drivers, and demonstrated a similar link between age and reported MS pain, that is, the prevalence of back symptoms, neck symptoms, and upper and lower limbs symptoms keep increasing with age. Goon et al. (2010) reported consistent evidence that increased age had an incidence on low back pain in long-haul truck drivers. In this study, while Bulk drivers were significantly older and had a higher prevalence of MS pain for most body areas than the P&D drivers, no association with age was found. Pinar et al. (2013) found a significant relationship between MS symptoms and working years among blue-collar workers. The present study's univariate models showed that working years was an independent risk factor for shoulder pain and MS pain in any body area, but this effect disappeared in the multivariate models. To our knowledge, no link was found in the literature between MS pain outcomes and annual family income.

Even though the multivariate logistic regression analyses did not show the physical risk factors to be associated with MS outcomes among Bulk drivers, it is likely that they contributed to the higher prevalence of MS pain in this group. As indicated above, driving (exposure to whole-body vibration and duration of exposure) is a well-documented risk factor for MS pain in the back and shoulders for truck drivers. In this study, Bulk drivers drove longer continuous hours than P&D drivers. Drivers who reported being exposed to WBV "often or all the time", had a 3 times higher prevalence of MS pain in at least one body area. The longer daily driving time associated with bulk delivery (*vs* P&D delivery) likely puts additional stress on the back of the drivers thus contributing to their significantly higher MS pain prevalence in this area than among P&D drivers. In this study, Bulk drivers were paid mostly by the mileage whereas the P&D drivers were paid an hourly rate. The Bulk drivers may thus have had an incentive to drive without breaks to maximize their pay.

Exposures to work-related risk factors were different in the driver subgroups of this study which likely explains the different associations observed with MS pain outcomes (Hanowski et al., 2000; Olson et al., 2009). This study shows the importance of analysing the driver subgroups separately whenever possible, as pooling all subjects would have led to mistakenly suppose associations to apply to both driver population as a whole when they were subgroup specific,

or would have been missed (Messing et al., 2009). To our knowledge, our study is the first to report job-specific results (short- vs long-haul) for drivers all working for a same large employer in a single industrial sector (industrial gas production and delivery). Future research on professional drivers' exposure to risk factors for MSD should probably try and use homogeneous exposure groups whenever feasible, or better discriminate groups along salient exposure characteristics such as short- vs long-distance travelled and vehicle type, for instance.

#### 4.4.3 Study Limitations

The present study has a few limitations worth mentioning. Since this is a cross-sectional study, causal associations between MS pain reporting and risk factors cannot be established; only associations between variables can be identified. On the other hand, the associations found in this study are consistent with the literature on WMSD (Table 4.1). Also, it is possible that the MS pain prevalence estimates in this study be underestimated owing to the "healthy worker effect", that is, workers who have developed severe MS pain may have quit the company. Data from the company on driver turnover was not available so that it is impossible to determine this effect's contribution on the results. Since the drivers had to report MS pain that occurred during the past 12 months, some of them could have under-reported the outcomes owing to recall difficulties. Considering that this study of two groups of drivers working for a same company showed that associative patterns between risk factors and MS outcomes were different between the two groups, one must be careful in generalizing results from this study to other groups of professional truck drivers.

Another possible limitation of this study pertains to the use of self-reported symptoms instead of clinical diagnosis. Precise characterization of MSD requires a medical examination and diagnosis (Hamberg-van Reenen et al., 2008), however simple approaches such as self-report questionnaires filled by the workers are often used to detect the presence of MSD (Dantas and de Lima, 2015). The most widely known tool for this purpose is likely the Nordic Questionnaire (Kuorinka et al., 1987) on which this study's questionnaire is based. The Nordic Questionnaire has been validated (Andersson et al., 1987; Ohlsson et al., 1994) and used extensively to describe the presence of MS symptoms in varied population groups and the affected body areas. More recently, Descatha et al. (2007) have demonstrated good concordance between a Nordic-style questionnaire and MS outcomes evaluated by clinical examination. Also, Mehlum et al. (2009) have demonstrated the validity of workers' perception of the work relatedness of their

self-reported MS symptoms in a study that compared their perception to evaluations performed by medical experts. One advantage of using the Nordic Questionnaire in the present study was that the MS pain prevalence results can be compared with those of population surveys using it, namely with those of the EQCOTESST that sampled the Province of Quebec's worker population (Institut de la statistique du Québec, 2001; Vézina et al., 2011). Comparison of prevalence in a group to that of a reference population remains useful for prevention purposes. This study's use of self-reported exposures to work-related risk factors for MSD is another limitation. However, measurement of workers' perception of the organizational environment (e.g., psychosocial factors) is often used in research and shows a stronger association than more objective measures (Bourbonnais et al., 1998). Moreover, the validity and reliability of most measures of work-related physical risk factors specifically used in the questionnaire of the present study, which is based on the EQCOTESST (Vézina et al., 2011), had been demonstrated in a systematic review of the literature from Stock et al. (2005). A number of studies cited in their review showed that worker self-reports about their exposure to a number of risk factors such as standing posture, seated posture, manual materials handling of heavy loads, working with hands above shoulder level, and whole-body vibration provided good validity. On the other hand, work-related physical risk factors used in the EQCOTESST do not take into account intensity and do not allow the specification of the absolute exposure duration and frequency. They only provide information on relative frequency (e.g., a subject who works 30 hours per week and reports being exposed "often" or "all the time" to a risk factor may have the same exposure as another one working 50 hours per week who reports being exposed "from time to time" to the same factor). As no information is provided on the repetitiveness of movements nor on the magnitude of efforts, it is difficult to quantify the intensity, duration and absolute frequency of physical risk factors through a questionnaire (Descatha et al., 2009; Errico et al., 2007; Stock et al., 2005). A number of studies found that workers with MSD did not tend to overestimate their physical workload when questionnaire data were compared with systematic observations (Holmström et al., 1992), but others have found contrary evidence (Chiasson et al., 2015). For instance, Raffler et al. (2016) compared direct field measurements and self-reports of physical workload in terms of whole-body vibration (WBV) and awkward postures in two groups of drivers (bus and locomotive drivers, and crane and gantry crane operators) and found that subjects who overestimated their exposure tended to also report more MS

complaints. One could speculate that workers suffering from MS pain may be more aware of the work conditions that cause or aggravate their symptoms.

In MSD investigation studies, observational or direct measurement methods are often assumed to provide better exposure assessments to physical risk factors over self-reported mechanical demands (NIOSH, 1997). However, observations and direct measurement in actual work conditions are very resource demanding such that the variables measured are often reduced to a small number and are collected during a short period of time representing a small proportion of the workday. The representativeness of the exposures for the whole workday, week or month may be very limited, especially where working conditions vary over the course of the day (e.g., P&D drivers' clients facility configurations are all different) or over the year (e.g., summer vs winter conditions)(Jacobs et al., 2017; Stock et al., 2005). On the other hand, self-reports can provide simple and cost-effective estimates of physical demands, especially in studies with a large number of subjects. Also, Barrero et al. (2009) suggested: “... *self-assessments can be considered fundamentally a psychophysical measure of exposure which may not be lineally related to physical stimuli. Similarly, self-reports may reflect the subject's response to a variety of stimuli simultaneously, some of which may not be controlled or measured.*” In this view, self-reports could possibly offer a more comprehensive assessment of exposures. As Stock et al. (2005) suggest, “... *there is no perfect instrument for measuring all relevant dimensions of physical load simultaneously. It is probably necessary to use creative approaches that combine questionnaires with different observational methods and direct measurement techniques.*” Several authors conclude that measuring workload exposure to identify work-related physical risk factors requires further, better validity testing research (Barrero et al., 2009; Jacobs et al., 2017; Stock et al., 2005).

## 4.5 Conclusion

This questionnaire-based cross-sectional study conducted among two groups (Bulk and P&D) of industrial gas delivery truck drivers working for the same multinational company showed significantly higher prevalence of MS pain in the neck, back, upper limbs and lower limbs than in the general reference population of Québec's male workers, but lower prevalence of back pain than reported in most studies on professional driver groups. Prevalence of MS outcomes was higher among the Bulk (long haul) driver group compared to P&D drivers. MS pain was associated with a combination of risk factors that was different between the two groups of



drivers. Psychosocial (*High effort-reward imbalance*) and lifestyle (*Alcohol consumption, low Sleeping hours*) risk factors were identified for the Bulk driver group, whereas physical risk factors (*Whole-body vibration, Working with hands above shoulder level, Hand-arm vibration*) were the predominant risk factors for the P&D driver group. The longer daily driving time inherent to the Bulk drivers' work may have contributed to the higher prevalence of MS outcomes observed in this group.

### **Acknowledgments**

The authors wish to thank all the truck drivers who took the time to participate in this study and the managers and supervisors for their involvement, and authorization to collect data. We are also very appreciative of the collaboration between our industrial partner, Mitacs, Polytechnique Montreal, and University of Montreal that made this study possible.

**Funding:** This work was supported jointly by a research sponsorship from our industrial partner; Mitacs Accelerate program (IT06366); funds provided by the Mathematics and Industrial Engineering Department of Polytechnique Montreal and the National Science and Engineering Research Council of Canada (NSERC).

## CHAPITRE 5    ARTICLE 2: ASSESSMENT OF PHYSICAL WORK DEMANDS OF LONG-DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS

Cet article a été soumis dans Applied Ergonomics le 31 mai 2019.

Sekky, F. (Polytechnique Montréal), Imbeau, D. (Polytechnique Montréal), Dubé, P.A. (Polytechnique Montréal), Chinniah, Y. (Polytechnique Montréal), de Marcellis-Warin, N. (Polytechnique Montréal), Beauregard, N. (Université de Montréal), Trépanier, M. (Polytechnique Montréal)

### Abstract

**Aim:** The aim of this study was to assess the work-related physical demands of long-distance truck drivers employed by a large gas delivery company in Canada. **Methods:** A total of 13 truck drivers participated in two data collection phases (summer: n=8, winter n=5). The data were collected through self-reporting assessments, field observations, and direct measurements in order to describe tasks organization, postural demands, physical workload, and force exertions. **Results:** Truck drivers' work was characterized by long working days ranging from 9.9 to 15.1 hours, with almost half of the total working time behind the wheel. The overall workload was found excessive given the shift duration. Peaks of heart rate occurred mainly while manipulating valve handles and handling heavy hoses during gas deliveries. Delivering gas at customers' sites required moderate work during summer and heavy work during winter (Work Metabolism: 6.6 vs 11.0 mlO<sub>2</sub>/kg/min; %Maximum Work Capacity: 20.7% vs 30.4%). **Conclusion:** Based on multiple objective and subjective data sources in time, this study highlights the risks of over-exertion and of excessive physical fatigue in the truck drivers' work that help explain the declaration of musculoskeletal pain in this group of workers.

**Keywords:** Long-distance truck drivers, industrial gas delivery, over-exertion, physical workload, MSD.

## 5.1 Introduction

The transport trucking industry is an important industrial sector that contributes greatly to the Canadian economy. Over 270 000 workers (1.45% of the labor force) are employed as general or specialized freight truck drivers in Canada (Statistics Canada, 2018). In 2016, transport truck driving was the most common occupation for men in Canada (Statistics Canada, 2017). Nevertheless, the truck driving industry faces important challenges in terms of occupational health and safety (OHS). In Canada, Transportation and storage industry ranked 5<sup>th</sup> among all industries for the highest number of accepted time-loss occupational injury or disease, with 7% of all lost time claims across the nation (n=15,527) and costed an estimated 400 million\$ (CAD) in benefit compensation payments (AWCBC, 2018). In the US, non-fatal injury incidence rate for the truck driving industry amounted to 4.3 non-fatal injuries per 100 full-time workers, well above the national rate of 2.9 (BLS, 2017).

Truck drivers are a high-risk group for musculoskeletal disorders (MSD) involving the low back (Goon et al., 2010; Bovenzi et al., 2006, Andrusaitis et al., 2006), shoulders, neck and knee joints (Van der Beek et al., 1993, Robb and Mansfield, 2007). Their work includes driving and manual tasks outside the cabin that expose them to static postures and vibration while driving (Bovenzi et al., 2006), and strenuous physical work in non-driving tasks (Robb and Mansfield, 2007; Reiman et al., 2014). Long-distance truck drivers specifically are usually exposed to overtime work involving longer hours of driving, irregular schedules and night shifts. A recent study conducted among U.S. long-haul truckers, estimated that most truck drivers (71%) worked >11 h per day, and worked an irregular schedule (83%) (Lemke et al., 2015). Another study found that the mean daily hours worked reported by U.S. long haul drivers is almost 12 hours (Hege et al., 2015). In Canada, as for many other countries, guidelines have been adopted to counter fatigue in long-haul truck drivers by regulating hours of service (HOS), with drive time changing between driving north or south, allowing up to 14 hours of work per day (Government of Canada, 2018).

Long-haul truck drivers are susceptible to unhealthy lifestyles including physical inactivity from long hours, and poor diets with limited choices for healthy food. The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) found that nearly 70% of U.S. long-haul truck drivers were obese and 17% were extreme or morbidly obese (Sieber et al., 2014). Recent studies found that long working hours, including working overtime and working over 11 hours per day,

have been linked to higher total body obesity for long-haul truck drivers, measured by body mass index (BMI) (Lemke et al., 2015, Hege et al., 2016), known as one of the individual risk factors for developing MSD, mainly low back pain (LBP) (Viester et al., 2013).

For assessing exposure to physical risk factors, different methods exist including self-reporting assessment, field observations, and direct measurements. Several studies among truck drivers applied a mixed methodology, to assess exposure to vibrations, manual material handling (MMH) and awkward body postures (Okunribido et al., 2006; Reiman et al., 2014). Among truck drivers, most of the studies, used direct measurements to quantify vibration level (Kim et al., 2016; Awang Lukman, Jeffree, and Rampal, 2017; Okunribido et al., 2006), as well as video and direct observations of work tasks (Massaccesi et al., 2003; Olson et al., 2009; Chih-Long Lin and Chen, 2010), including manual material handling and body postures. An epidemiological study of back injuries assessed whole body vibrations (WBV) exposures for 96 U.S. long-haul truck drivers (Kim et al., 2016). The results showed that their work shift duration ranged from 6 h to 15 h, and that the daily vector sum WBV exposures were above the action limit. In an observational study conducted among Italian truck drivers, Massaccesi et al. (2003) showed a significant association between trunk and neck awkward postures and all self-reported pains, aches or discomforts in the trunk or neck regions in all subjects. Another study stated that truck drivers who are exposed to WBV and frequently handle heavy loads manually and do so in awkward postures are more at risk for low back pain (LBP) than drivers who are exposed to only one of these risk factors (Awang Lukman et al., 2017).

Using a physiological approach Hedberg (1985) found that the physical work was moderately strenuous for truck drivers, with an average work heart rate between 82 and 128 beats per minute. He also showed that loading/unloading the truck involved the most strenuous tasks, as drivers worked at or above 40% of their maximum physical work capacity during 49% of total working hours outside the truck. In a study among 22 tanker truck drivers Hedberg and Niemi (1986) found that heart rate measurements indicated moderately heavy work from an energetic point of view, and that dragging the hose was the most strenuous task, requiring between 38%-61% of maximum tractive force depending on the dimension of the hose.

Until now very few studies have reported on the physical demands of work among Canadian truck drivers through field observations and direct measurements. Most of the studies conducted have assessed the exposure to physical risk factors through self-reported questionnaires (Sekky et al., 2018; Senthanar and Bigelow, 2018). This paper reports on the physical work demands

in the work of Canadian long-distance industrial gas delivery truck drivers working for a large employer. Work demands were assessed through multiple data sources including: observation of (1) Durations and proportions of tasks, (2) Force exertions, (3) Exposure to awkward postures, (4) Heart rate and energetic workload measurements, and (5) Self-reports on the perceived most demanding tasks and on perceived fatigue. This paper also seeks to find whether season impacts on work-related physical demands in this driver group.

## **5.2 Methods**

Data were collected over two different time periods, between May and October 2016 (summer), and between February and March 2017 (winter) in two Canadian provinces (Quebec and Ontario). The study was approved by the Research Ethics Board at Polytechnique Montreal and at the University of Montreal (No. CÉR-1516-27).

### **5.2.1 Observational field study**

#### **5.2.1.1 Participants**

By convenience sampling, 18 male Bulk truck drivers across Quebec and Ontario were recruited. They were responsible for delivering gas from large tanker trucks to one or a few clients per day; they drove over large distances and the volume of gas to deliver was large.

All the participants were informed about the study prior to the observations, first by their supervisors and second at the first meeting with the researcher. All the participants received a written explanation of the background of the study, objectives and expectations. They signed an informed consent prior to enrolment into the study.

#### **5.2.1.2 Procedure**

Data collection was performed during the hot summer months in Quebec ( $N = 10$  drivers), and during the cold winter season in Quebec and Ontario ( $N = 8$  other drivers). The two groups conducted their regular work through the winter and summer seasons which basically required the same work tasks.

Participants were met in the morning or in the evening before the beginning of their work shift, either outside or on the premises of the company; they were briefed on the goals and the objectives of the global project. Participants volunteering for the study were asked to complete

a self-administered questionnaire on musculoskeletal pain and related risk factors (Sekkay et al., 2018). Next, the heart rate monitor (Polar Electro Oy, Kempele, Finland; RS800) was donned by the participant, who then took a seated 5-min rest pause followed by a Meyer and Flenghi (1995) step-test to determine his heart rate vs metabolism (HR-M) relationship. The test has proven to be cost-effective, practical for workers whose cardiovascular health is unknown, easy to conduct in the workplace, and short enough (less than 21 min) not to excessively burden the worker before their workday (Weller et al., 1995, Imbeau et al., 2009). An additional advantage is that step frequency (15 steps per min paced with a metronome) is sufficiently low for any worker to be able to keep pace at all four step heights, for superior overall test precision and robustness. The estimation of the maximum work capacity (MWC) using the Meyer and Flenghi, (1995) step-test for a group of subjects was found comparable to that from a maximal treadmill test (Imbeau et al., 2009; Dubé et al., 2015).

Participants' heart rate was measured throughout the work shift with the heart rate monitor. Each participant was accompanied by a research assistant and a graduate student who noted the work tasks, their duration and the main events throughout the day in a register and as well, made video recordings of the work for subsequent analysis.

### 5.2.1.3 Measurements and outcome variables

Table 5.1 summarises the methods used in this study.

- Task analysis, work postures, and manipulation of valve handles

For the purpose of the task analysis, *work postures*, and *manipulation of valve handles*, the *frequency* (number of events) and *duration* of different tasks were obtained mainly from the video recordings analysis, and from the daily activity register filled by the research assistant for 2 participants since parts of the video recordings were unusable in their case (poor quality of videotapes during a night shift, deliveries not filmed because the client would not allow video recording on his site). The video recordings were analyzed with the Video Event Analysis (VEA) software (Chappe Software) which allows coding of different events by using predefined keys and associate time stamps while viewing the video. Once a recording is coded, VEA calculates and outputs the durations (total time of each event), frequency (number of events during the recording period), and proportions for all events. The resulting codes and statistics were exported to Microsoft Excel for data organization and preparation.

*Tasks.* Tasks were categorized into the following categories: “Driving”, “Delivering to clients” which included all activities related to transferring gas from the tanker truck to the client's site, “Preparing loads at home terminals”, “Non-work related tasks” that included pausing and talking to the research assistant, “Other tasks” that included "paper work". For each category, total duration and percent of total work time were calculated.

*Work postures.* Work postures while “Delivering”, were coded for a total of 650 min (33 10-min segments for upper limbs, back and lower limbs, and 32 10-min segments for the neck), among 12 drivers. For one driver, deliveries could not be video-recorded. Neck postures were also assessed while “Driving” and while doing paper work, for N=8 drivers observed during summer, with a total of 140 min (14 10-min segments) while “Driving”, and 35 min (7 5-min segments) while doing paper work for 7 drivers. For one driver the videotapes were not usable for neck posture analysis. Coding postures from a video is time consuming, hence a sampling approach using randomly picked video segments lasting between 5 to 10 min was used (e.g., while driving).

For each body area, posture was also categorized as neutral or awkward so as to reduce the time required for coding. For the neck region, awkward posture was defined as: twisting or lateral bending >20 degrees; flexion >45 degree; extension (Keyserling, Brouwer and Silverstein, 1992). For the upper limbs, awkward was defined as: hands above shoulders; arms extended to maximum reach (Simoneau, St-Vincent, and Chicoine, 2013). An awkward posture for the back was considered when the torso was twisted; with flexion >20 degrees; with torso bent laterally and twisted simultaneously (Keyserling, Brouwer and Silverstein, 1992). Squatting and kneeling were the only awkward postures observed for lower limb.

*Manipulation of valves handles.* To regulate the flow of gas, truck drivers manipulate circular valve handles with diameters up to 15 cm located on the trailer or on the client's site equipment. For each client, all valve handle orientations (horizontal, vertical, inclined), and heights (below knee level, between knee and shoulder level, above shoulder level), were documented. Variables and categories within variables, observed on a real time basis, are presented in Table 5.1.

Table 5.1 Summary of the methods used in the present study

<b>Data collection method</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Threshold values</b>	<b>Reference</b>
Observations (on-site and video)			
Task analysis	Duration (driving, delivering, preparing loads, non-work related, other tasks), Duration of total work time. % of total work time (driving, delivering, preparing loads, non-work-related, other tasks)		
Work Postures	Frequency (neutral, awkward)  % work registered time (neutral, awkward)	<u>Neck</u> : twisted or lateral bending >20°; flexion >45°; extension. <u>Upper limbs</u> : hands above shoulders; arms extended to maximum reach. <u>Back</u> : flexion >20°; torso twisted; lateral bending and torso twisted simultaneously <u>Lower limbs</u> : squatting, kneeling Horizontal, vertical, inclined. Below knee, between knee and shoulder, above shoulder	Keyserling, Brouwer and Silverstein (1992)  Simoneau, St-Vincent, and Chicoine (2013)  Keyserling, Brouwer and Silverstein (1992)
Valve handle location	Orientation  Height		
Heart Rate (HR) monitoring			
During Step-test	M=f(HR) MWC=f(HR <sub>max</sub> )  WM, %MWC TEE	HR <sub>max</sub> =220-Age	Åstrand and Rodahl (1977)
During Work	HR <sub>rest</sub>  HR <sub>work</sub> (average over work day, average over task execution)	1 <sup>st</sup> percentile over work day	Mairiaux and Malchaire (1990)



Table 5.1 Summary of the methods used in the present study (cont. and end)

Data collection method	Outcomes	Threshold values	Reference
	%HR <sub>res</sub> (average over work day, average over task execution)	%HR <sub>res</sub> = $100 \times \frac{(HR_{work}-HR_{rest})}{(HR_{max}-HR_{rest})}$	Wu and Wang (2002), Chengalur et al. (2004)
	Maximal Acceptable Work Time	MAWT= $26.12 \times e^{(-4.81 \times \%HR_{res})}$	Wu and Wang (2002)
	HR <sub>peak</sub> (work activities)	HR <sub>peak</sub> >HR <sub>work</sub> +30	INRS (2014)
Force application			
Valve handles	Handle tangential force required (N) or replication of grip force required with dynamometer	130N	Chengalur et al. (2004)
Questionnaire			
Physical demands	Level of physical demand.  Work task/activity/aspect believed to be linked to MS pain		

- Physiological strain and peak loads

Heart rate (HR) profiles over the work day were examined to detect for missing data. The heart rate data was incomplete for 5 drivers out of 18 (the heart rate monitor failed to detect HR for more than 4 hours during the measurement periods) and were thus excluded from the database. Thus, HR data for 13 participants (8 during summer and 5 during winter) were used in the analyses. HR data were corrected for all the participants by removing the thermal component (in summer: mean  $\Delta HR_T = 5.25$  bpm and in winter: mean  $\Delta HR_T = 3.75$  bpm), following the procedure outlined by Vogt et al. (1970, 1973). Dubé et al. (2016) found that the work metabolism can be overestimated significantly by using measured HR without correction when a thermal effect is present during forest work. A more detailed description of the procedure can be found in Dubé et al. (2016).

For each driver, the task analysis and raw (measured) heart rate data were associated to enable calculation of average HR<sub>work</sub> over the whole work day as well as for the different task categories. The percent heart rate reserve (%HR<sub>res</sub>) was also calculated as:  $\%HR_{res} = 100 \times \frac{(HR_{work}-HR_{rest})}{(HR_{max}-HR_{rest})}$  (Wu and Wang, 2002; Chengalur et al., 2004). HR<sub>rest</sub> corresponded to the 1<sup>st</sup> centile of measured HR over the work day (Mairiaux and Malchaire,

1990), and  $HR_{max}$  was estimated at 220 minus age in years (Åstrand and Rodahl, 1977; Dubé et al. 2015).

A detailed analysis of the uncorrected heart rate profiles during complete work shifts of the drivers was also performed. First, continuous periods with  $HR > HR_{work} + 30$  bpm, where  $HR_{work}$  is average heart rate over the entire work day, were all identified. According to INRS (2014), working above this level induces excessive strain. Then, peak HR values and  $HR_{peak} > HR_{work} + 30$  bpm, were linked to specific work activities where they occurred by using video analysis.

The maximum acceptable work time (MAWT) defined as the maximum amount of time which the worker could work without excessive fatigue was calculated with %HR<sub>res</sub> using the model proposed by Wu and Wang (2002):  $MAWT (h) = 26.12 \times e^{(-4.81 \times \%HR_{res})}$

Work metabolism (WM) of different task categories were estimated from the corrected heart rate data (i.e.  $\Delta HR_T$  removed) and the HR-M relationship of the driver obtained from the step-test results (Imbeau et al., 1995; Dubé et al., 2016). MWC (or  $\dot{V}O_{2max}$ ) was also estimated from the HR-M relationship using  $HR_{max}$ . Total energy daily expenditure was estimated using the following equation:

$$TEE = BEE + TEM + EEPA.$$

EEPA is the energy cost of daily physical activity; TEM is the thermic response to meals, estimated at 10% of TEE; BEE is the basal energy expenditure, estimated by the following equation, for normal-weight, overweight, and obese men:

$$BEE (kcal/day) = 293 - (3.8 * Age [y]) + 456.4 * Stature [m] + 10.12 * Weight [kg] \text{ (Trumbo et al., 2002).}$$

- Valve handling force

By using a hand dynamometer, 4 drivers reproduced the same levels of hand grip force required when operating the various circular valve handles in their work environment. Also, the tangential force required to turn a circular valve handle was measured directly at the periphery of the handle for a sample of valves.

#### 5.2.1.4 Statistical analysis

Statistical analyses were carried out using IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Descriptive statistics (means, standard deviations) were used to obtain a preliminary

portrait of the sample. After checking normal distribution with a Kolmogorov-Smirnov test and the homogeneity of variance with Levene's test, mean differences in physiological strain and energetic workload between summer and winter periods were tested using a Student's t-test. Analysis of covariance (ANCOVA) was carried out to determine the effects of seasonal periods (summer vs winter) on energetic workload while adjusting for the potential effects of individual variables as covariates (age, weight, stature, BMI, MWC,  $HR_{rest}$ ,  $HR_{max}$ ). Correlation between individual variables at this point were assessed by the Pearson Correlation Coefficient, and those moderately correlated ( $|r| < 0.5$ ) were kept in the analyses to avoid multicollinearity in the final model. Significance level was set at  $p < 0.05$ .

### 5.2.2 Perceived physical demands

Sekkay et al. (2018) used a standardized questionnaire to assess prevalence of musculoskeletal (MS) outcomes and related risk factors among 123 drivers working for the same company in 6 Canadian provinces. They were either P&D drivers responsible for picking-up and delivering gas cylinders of different sizes, or Bulk delivery drivers responsible for delivering bulk gas from large tanker trucks. The inclusion criterion for this study was to be employed as a full-time truck driver by the company for the twelve months prior to the study. The questions were grouped into three sections, general information, physical and psychosocial risk factors, and musculoskeletal pain in the past 12 months. Among the questions asked through the questionnaire but for which the results were not reported by Sekkay et al. (2018), the drivers were to rate their Perceived physical demands and identify the physically demanding tasks/activities. The perceived physical demands of the job were assessed using a five-level scale (Very Low, Low, Medium, High, and Very High). The respondents who had reported MS pain in different body regions (upper and lower back, shoulders, arms, elbows, lower forearms, wrists, hands, and neck) were asked to indicate the task/activity/aspect of work they believed the pain was related to. Since these data can be better interpreted in the context of this observational field study, they will be reported here for the Bulk drivers.

## 5.3 Results

### 5.3.1 Characteristics of participants

Table 5.2 describes the main characteristics of this study's participants. All drivers were males. Since no statistically significant differences were found on age, weight, height, BMI, MWC

and  $HR_{rest}$  between drivers observed during summer and those observed during winter, they were all pooled in the table. The drivers had a mean age of  $48.9 \pm 7.4$  years, with BMI ranging from 24.6 to 37.2 kg/m<sup>2</sup>; 5 out of 13 were overweight, while another 6 were obese (Obese Class 1: N=5, Obese Class 2: N=1), according to Health Canada (2003). The average BMI in this group corresponded to the 75<sup>th</sup> percentile BMI for the 40-59 years age group of Canadian males (Statistic Canada, 2013). The mean MWC was  $34.1 \pm 6.4$  mlO<sub>2</sub>/kg/min, that is below the average (35.3 mlO<sub>2</sub>/kg /min), for the comparable age group of Canadian males (Statistic Canada, 2013). 4 out of the 6 obese drivers had their MWC at or below the 25<sup>th</sup> percentile of their age group, while one was average and the other at the 80<sup>th</sup> percentile (Statistics Canada, 2013).

Table 5.2 Main characteristics (mean  $\pm$  SD (range)) of study participants (N=13)

	<b>Mean <math>\pm</math>SD N=13</b>
Age (years)	$48.9 \pm 7.4$ (37.0 – 62.0)
Weight (kg)	$98.3 \pm 16.6$ (72.6 - 124.3)
Stature (m)	$1.82 \pm 0.09$ (1.69 - 2.03)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	$29.7 \pm 3.97$ (24.6 - 37.2)
18.5-24.9 (normal weight)	n=2
25.0-29.9 (overweight)	n=5
>30 (obese)	n=6
MWC (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	$34.1 \pm 6.4$ (25.4 - 43.8)
$HR_{rest}$ (bpm)	$71.2 \pm 8.5$ (57.0- 89.0)

BMI: body mass index, MWC: maximum work capacity, SD: standard deviation

It is interesting to note that the obese drivers tended to have a lower MWC and a slightly higher rest heart rate (median = 30.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min and 73 bpm) than the other drivers (normal weight median = 33.4 mlO<sub>2</sub>/kg/min and 66 bpm, overweight median = 38.7 mlO<sub>2</sub>/kg/min and 72 bpm) although the differences were not statistically significant. Obese drivers were younger (median = 49 years) than the normal weight drivers (median = 50.5 years), but older than the overweight drivers (median = 44 years).

### 5.3.2 Composition of the workday

Table 5.3 provides an overview of the composition of the work days in terms of duration and main tasks categories. Drivers delivered daily from 1 to 4 clients with 682 min mean work shift duration (range: 593 to 907 min). Driving occupied 48.5% of the work time on average, with a 333 min mean duration (range: 153-482 min or 24% to 62% of TWT). Delivering the gas

required an average 132 min that is 19.7% of TWT. The main steps of delivering consisted of positioning the truck in the correct position for unloading sufficiently close to the customer tank; putting on personal protection equipment; setting safety cones and chock blocks; handling and hooking up hoses; opening valves and regulating the flow of gas; supervising the process of unloading and checking the gas pressure through manometers; closing valves to stop unloading; unhooking and removing hoses; completing walk-around inspection; finalizing paper work; removing check blocks and putting away safety cones.

Table 5.3 Duration mean, standard deviation (SD), range and % of total working time (TWT), of tasks, with number of deliveries per working day ( $N=13$  drivers)

	<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>Range</b>
Total Working Time (min)	682 $\pm$ 91.5	593 - 907
Number of deliveries per day	2 $\pm$ <1	1 - 4
Driving		
Duration (min)	333 $\pm$ 90	153 - 482
%TWT	49% $\pm$ 10%	24% - 62%
Delivering		
Duration (min)	132 $\pm$ 44	88 - 222
%TWT	20% $\pm$ 8%	11% - 35%
Other tasks		
Duration (min)	83 $\pm$ 34.1	41 - 147
%TWT	12% $\pm$ 4%	7% - 21%
Preparing loads		
Duration (min)	49 $\pm$ 40	0 - 114
%TWT	7% $\pm$ 6%	0% - 19%
Non-work related task		
Duration (min)	72 $\pm$ 70	4 - 197
%TWT	10% $\pm$ 8%	<1% - 26%

It is interesting to note that the normal weight drivers tended to have a shorter workday (median = 616 min) than the other drivers (overweight median = 699 min, obese median = 643 min) although the differences were not statistically significant.

### 5.3.3 Posture

Table 5.4 presents the results of postures analysis. During deliveries, awkward postures of the back and upper limbs were adopted more than once per min but lasted a short time (6.5% of the time). Awkward postures of the neck were more frequent at more than twice per min and lasted somewhat longer (7.6%). Driving and doing paper work required awkward neck postures that were more frequent than in other tasks (between 3 and 5 times per min), and which lasted up to

half of the time in the case of doing paper work. Figure 5.1 shows examples of awkward postures while delivering, driving, and doing paper work.

Table 5.4 Average frequency and duration spent in awkward postures for Bulk drivers

Awkward Postures	Frequency (times/min) <sup>1</sup>	Duration (% of period analyzed) <sup>1</sup>
Delivering ( <i>N</i> =12)		
Neck	2.4 (1.1 – 5.0)	7.6% (2.7 - 18.3%)
Upper Limbs	1.2 (0.5 - 2.2)	5.1% (1.8 - 12.2%)
Back	1.6 (0.5 - 3.4)	6.5% (0.8 - 17.0%)
Lower limbs	0.3 (<0.1 - 0.6)	1.3% (0.1 - 6.1%)
Driving ( <i>N</i> =7)		
Neck	4.9 (2.0 - 11.0)	6.5% (3.3 - 13.2%)
Doing paper work ( <i>N</i> =7)		
Neck	3.2 (1.2 - 5.4)	50% (26.7 - 83.5%)

<sup>1</sup>mean (range).



Figure 5.1 Awkward postures while a) Delivering, b) Driving and c) Doing paper work

### 5.3.4 Physiological strain and peak loads

Table 5.5 presents the heart rate measurement results as well as other derived variables using the step-test results (WM, %MWC, EE). Work required an average 19 %HR<sub>res</sub> over the entire work shift with a mean heart rate at 90 bpm. Driving was less demanding at 13 %HR<sub>res</sub> and required an average 13 bpm above rest, while delivering gas required twice as much at 28 %HR<sub>res</sub> and a mean 100 bpm (29 bpm above rest). Delivering gas during winter required a significantly higher WM ( $t=-4.2$ ,  $p=0.002$ ) and %MWC ( $t=-3.2$ ,  $p=0.004$ ), but the differences were not significant for HR and %HR<sub>res</sub>. An analysis of covariance confirmed the effect of season on WM ( $F= 9.88$ ,  $p=0.016$ ), and %MWC ( $F=6.46$ ,  $p=0.039$ ) while delivering gas, even

after controlling for the effect of age, BMI,  $HR_{rest}$ , MWC (no significant interactions between covariates and season).

The  $\%HR_{res}$  coefficient of variation (SD/mean) for delivering was quite large at 31% indicating wide ranging (17% to 45%) cardiovascular strain among drivers. A similar observation could be made for  $\%MWC$ , an index of physical work strain, with a 29% coefficient of variation (CV) and a range from as low as 13.6% to as high as 34.8% among the 13 drivers, that is, an almost three-fold difference. WM an index of physical workload shows the same pattern with a 35% CV.

It is interesting to note that the obese drivers (4 out of 6 observed during the summer) tended to have a lower WM (median = 5.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min) and  $\%HR_{res}$  (median = 16.6%) than the other drivers (normal weight median = 6.6 mlO<sub>2</sub>/kg/min and median  $\%HR_{res}$  = 19.2% with 1/2 observed during summer; overweight median = 5.9 mlO<sub>2</sub>/kg/min and median  $\%HR_{res}$  = 17.7% with 3/5 observed during summer) although the differences were not statistically significant.

Table 5.5 Measured heart rate (HR), percent heart rate reserve (%HR<sub>res</sub>), work metabolism (WM), percent maximum work capacity (%MWC), and daily energy expenditure (EE), in drivers' work

	<b>Total N=13</b>		<b>summer N=8</b>		<b>winter N=5</b>	
	<b>Mean ± sd</b>	<b>Range</b>	<b>Mean ± sd</b>	<b>Range</b>	<b>Mean ± sd</b>	<b>Range</b>
<b>HR (bpm)</b>						
<i>Full work day</i>	89.9 ± 11.0	72.9 - 110.1	92.0 ± 11.6	73.2 - 110.1	86.5 ± 11.8	72.9 - 96.0
<i>Delivering</i>	99.7 ± 14.4	78.7 - 123.1	98.8 ± 11.6	78.7 - 119.1	101.2 ± 19.5	80.6 - 123.1
<i>Driving</i>	84.0 ± 11.4	65.6 - 101.7	86.6 ± 11.2	69.7 - 101.7	79.9 ± 11.8	65.6 - 89.3
<b>%HRres</b>						
<i>Full work day</i>	18.7% ± 5.4%	12.1 - 32.5%	19.3% ± 6.4%	12.1 - 32.5%	17.7% ± 3.7%	14.1 - 22.5%
<i>Delivering</i>	28.4% ± 8.9%	17.2 - 45.1%	26.3% ± 7.0%	17.2 - 41.3%	31.8% ± 11.3%	20.2 - 45.1%
<i>Driving</i>	12.9% ± 4.5%	8.0 - 24.0%	13.8% ± 4.8%	8.0 - 24.0%	11.4% ± 4.0%	8.0 - 17.0%
<b>WM (mlO<sub>2</sub>/kg/min)</b>						
<i>Full work day</i>	5.9 ± 1.4	4.1 - 8.6	5.2 ± 1.1	4.1 - 7.1	6.9 ± 1.4	5.4 - 8.6
<i>Delivering*</i>	8.3 ± 2.9	4.5 - 12.5	6.6 ± 1.7	4.5 - 8.8	11.0 ± 2.0	7.5 - 12.5
<i>Driving</i>	4.4 ± 0.8	3.7 - 5.8	4.2 ± 0.6	3.7 - 5.5	4.9 ± 0.9	3.7 - 5.8
<b>%MWC</b>						
<i>Full work day</i>	17.5% ± 4.1%	10.3 - 26.7%	16.5% ± 4.7%	10.3 - 26.7%	19.1% ± 2.6%	15.2% - 22.0%
<i>Delivering*</i>	24.4% ± 7.1%	13.6 - 34.8%	20.7% ± 6.2%	13.6 - 33.2%	30.4% ± 3.4%	26.6% - 34.8%
<i>Driving</i>	13.3% ± 2.9%	9.0 - 21.0%	13.2% ± 3.6%	9.0 - 21.0%	13.4% ± 1.8%	11.0% - 16.0%
<b>EE (kcal/day)</b>	3294.0 ± 445.4	2594.0 - 3961.0	3212.3 ± 415.5	2594.0 - 3961.0	3425.6 ± 454.4	2654.0 - 3943.0

\*The overall t-student test is statistically significant according to season (summer vs winter), at the threshold  $p < 0.05$ .



Figure 5.2 shows the MAWT calculated using the mean %HR<sub>res</sub> over the workday for all 13 drivers. Total workday length exceeded MAWT for 8 drivers out of 13. The MAWT for the mean %HR<sub>rest</sub> (18.7%) would be 10.6 hours compared with an observed 11.4 hours mean workday length.

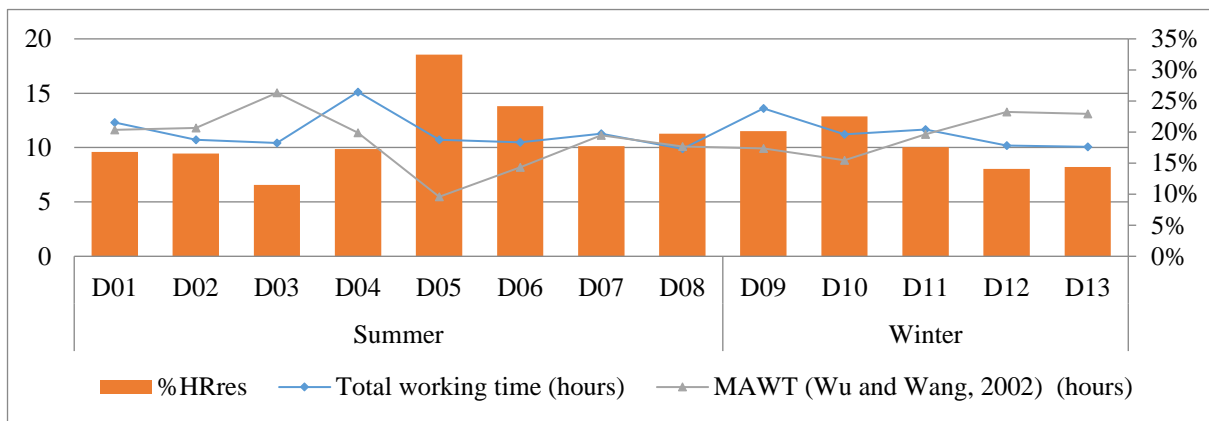


Figure 5.2 MAWT, total workday length and %HR<sub>res</sub> over the workday

The heart rate profile analysis for each driver showed that the total time at peak heart rate values in excess of 30 bpm over the day mean heart rate was 9.8 min (range 0.0 to 22.3 min) in summer, and 24.1 min (range 4.6 to 53.6 min) during winter, that is, a 2.5 fold increase, although the differences were not statistically significant. The majority of time at peak heart rate occurred during delivery tasks. On average, it represented 4% of the delivering time during summer and 19% during winter. One of the drivers observed during the winter worked just over half of delivering time at peak heart rate (day mean + 30 bpm), whereas another driver never had his heart rate peak above that level. Figure 5.3 shows the heart rate profile of one of the drivers, with the peaks identified. The profile clearly shows that cardiac strain varied widely during the day and that delivering was the most demanding task; it was associated with HR peaks higher than the morning steepest.

Among the summer heart rate profiles, a total of 50 peaks were identified (Table 5.6): 22% of the peaks were associated with handling valves (mean HR<sub>peak</sub> = 125 ± 8 bpm, range: 117 – 141 bpm); 4% were associated with connecting/disconnecting/handling hoses or cap hoses with or without a wrench (mean HR<sub>peak</sub> = 140 ± 9 bpm, range: 123 – 150 bpm); and 26% were associated with pre/post trip inspections. Among the 66 peaks identified during winter, 29% were related to handling valves (mean HR<sub>peak</sub> = 125 ± 16 bpm, range: 104 – 166 bpm), whereas 22% were

related to connecting/disconnecting/handling hoses (mean  $HR_{peak} = 140 \pm 20$  bpm, range: 105 – 168 bpm), and 14% were linked to pre/post trip inspections. Peaks in the "Other activities" in Table 5.6 were associated with varied exertions such as a jammed door or cleaning the truck windshield. Figure 5.4 presents pictures of conditions where peak heart rates were observed.

Table 5.6 Occurrence and proportion of activities related to peak heart rate values in excess of 30 bpm above average

Activity	summer N=50	winter N=66
Handling valves	11 (22%)	19 (29%)
Connecting/disconnecting hose or hose cap with or without wrench	8 (16%)	14 (21%)
Inspecting truck	11 (22%)	9 (14%)
Using hammer	5 (10%)	2 (3%)
Driving/docking	2 (4%)	5 (8%)
Climbing in cab	2 (4%)	3 (5%)
Setting chock blocks	1(2%)	2 (3%)
Waiting outside	0 (0%)	2 (3%)
Walking outside	0 (0%)	2 (3%)
Other activities	3 (6%)	6 (9%)
Not videotaped	7 (14%)	2 (3%)

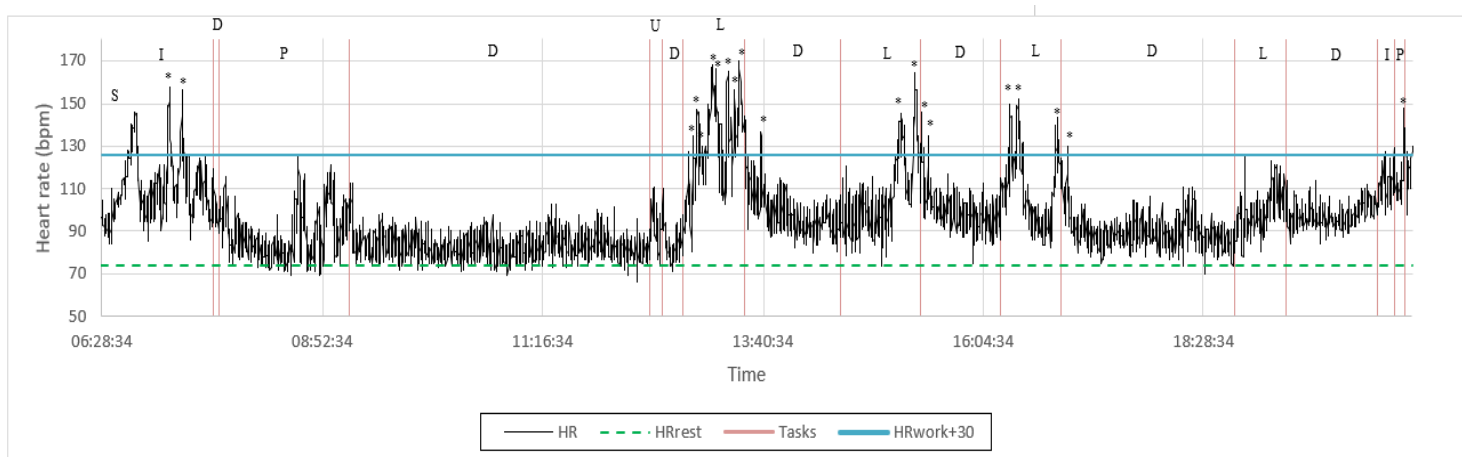


Figure 5.3 Heart rate profile for one of the drivers. S: step test, I: inspecting truck, D: driving, L: delivering, P: preparing loads, U: pausing (lunch), \*:  $HR_{peak}$

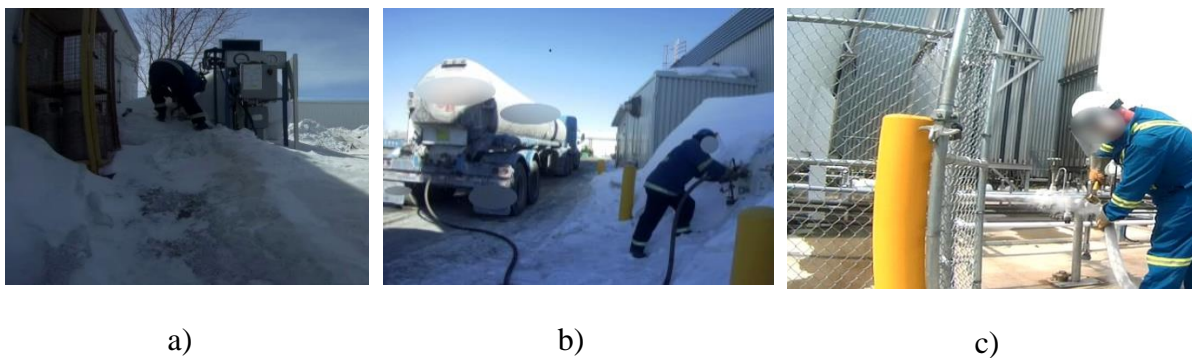


Figure 5.4 Examples of field activities including peak heart rates. a) Opening valve; b) Connecting hose; c) Using hammer

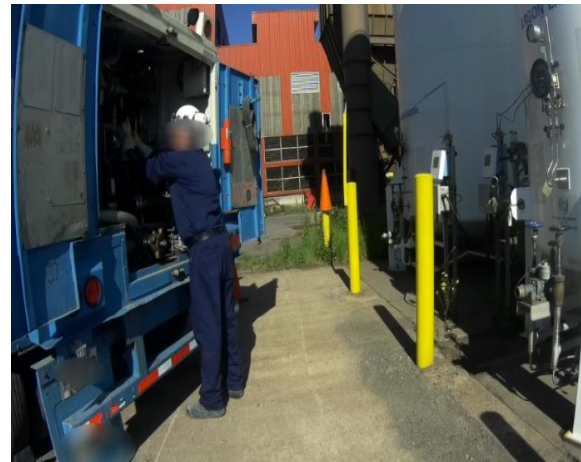
### 5.3.5 valve handling force and location

In 24 gas deliveries, drivers manipulated circular valve handles with diameters smaller than 15 cm, whereas in 4 deliveries lever-type handles were manipulated. Results show that a driver manipulated circular valve handles an average 70 times (range: 14 to 165) during his workday. The force required to manipulate a circular valve handle varied from 49 N to 689 N. Excepting the most difficult "Blowdown" valve, the upper bound of the force range was 279 N. Corrosion and contaminant build up on the valve stem threads due to lack of maintenance, and/or inadequate lubrication were observed on occasions and no doubt contributed to increase the torque required to rotate the handle. At the clients' sites, 55% of the valve handles were horizontal, 33% were at an angle, and 12% were vertical. Most (70%) valve handles were located between knee and shoulder levels (Figure 5.5a), while the rest were either below knee or above shoulder levels in equal proportions. Generally, from one client site to another, a different combination of valve handle orientation and height could be observed. The layouts of the equipment accessed and used by the drivers at the different client sites varied widely as nothing appeared to be standardized.

Circular valve handles located at the back of the tanker-trailer had different orientations (horizontal, vertical or inclined) and were located from above standing elbow level, and some even above shoulder level (Figure 5.5b).



a)



b)

Figure 5.5 Driver handling valve, a) at a customer's site, b) in the back of tanker-trailer.

### 5.3.6 Perceived physical demands

Overall physical demands were rated as "High to very high" by 6 drivers out of 13, while another 6 rated the demands as "Moderate". Only one of them perceived the work demands as "Very low to low". These proportions were not significantly different from those found with the larger group of 63 drivers surveyed ("High to very high": 30%, "Moderate": 60%, "Very low to low": 10%).

Nine out of the 13 drivers who participated in the observational study made 22 entries in the questionnaire. Most of these were related to driving (64%), with almost half (27%) linked with back pain, followed by neck pain (23%) and upper limbs pain (14%). Pain in upper limbs was mainly related to valve handle manipulations (18%). Among the larger group of 63 drivers surveyed, 46 of them made 111 entries of physical activities they associated with the MS pain they suffered in different body areas (Figure 5.6). The vast majority of entries (59%) were related to driving with half of them (27%) linked with MS pain in the back. Valve handle manipulation (10%) was associated with MS pain in the upper limbs together with heavy hose related manipulations (5%), and hammer manipulations (3%), while hose manipulations (4%) and the unloading process at the client's site (4%) were also related to pain in the back.

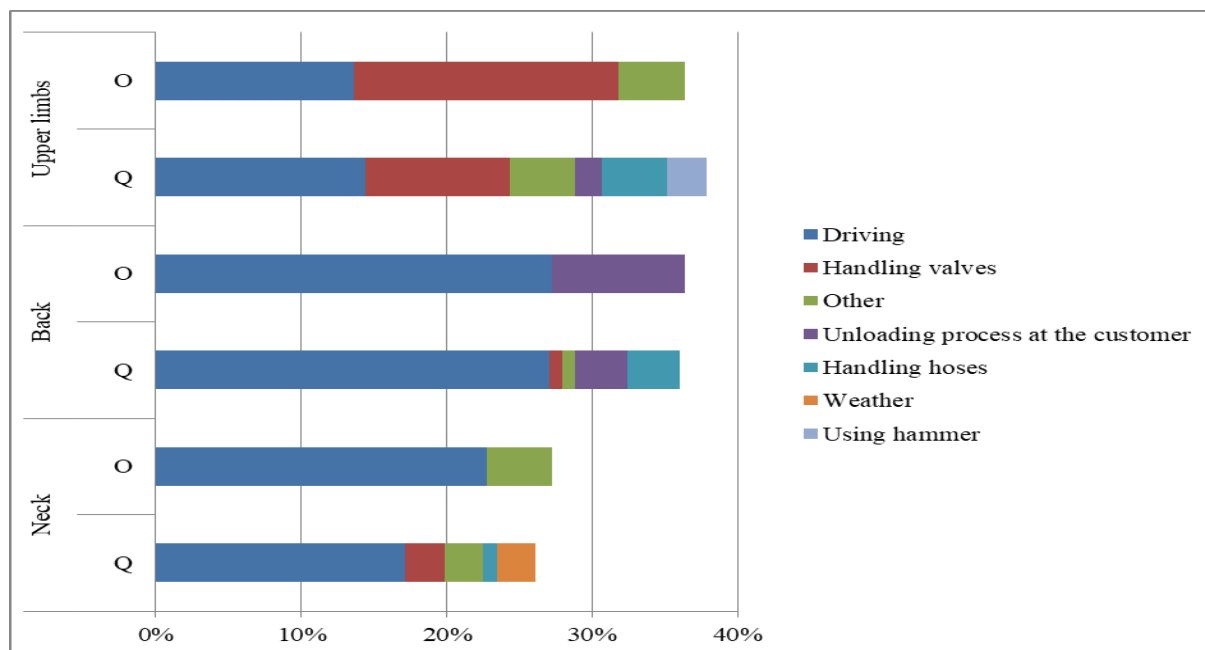


Figure 5.6 Percent entries made by the drivers who participated in the questionnaire study (Q: 46 drivers made 111 entries) and in the observational study (O: 9 drivers made 22 entries), per physically demanding tasks/activities linked to self-reported MS pain, in the neck, back, and upper limb.

## 5.4 Discussion

This study aimed to assess the physical work demands of Bulk drivers working for the same company specializing in industrial gas delivery in Canada through multiple data sources (i.e., video-based observations, direct measurements and self-assessments). Few studies have relied on such an integrated approach known to sharply increase the validity of the study design (Van der Beek et al., 2005). Accordingly, our study provided significant contributions to knowledge advancement on several OHS issues of importance among hazardous transportation goods drivers.

### 5.4.1 Physical condition of truck drivers

The findings of this study showed that BMI ranged from 24.6 (normal weight) to 37.2 kg/m<sup>2</sup> (obese class II) with a mean 29.7 kg/m<sup>2</sup> (median 29.1 kg/m<sup>2</sup>) (Table 5.2). This figure is close to the 75<sup>th</sup> percentile BMI for the 40-59 years age group of Canadian males (Statistics Canada, 2013). This result is not unique to our study sample as higher group mean BMI were found in other studies conducted among truck drivers. In our previous questionnaire-based study

(Sekky et al., 2018), a mean BMI of 32 kg/m<sup>2</sup> was found in 63 Canadian Bulk drivers. Sieber et al. (2014) and Guan et al. (2012) found a mean BMI of 33.2 kg/m<sup>2</sup> and 33.4 kg/m<sup>2</sup>, respectively, for U.S truck drivers. As for other countries, truck drivers were found to have an average BMI of 28.6 in England and Scotland (Robb and Mansfield, 2007), and 29.7 kg/m<sup>2</sup> in Australia (Howard et al., 2004), the same figure as in this study. Moreno et al. (2006) concluded that truck drivers frequently work irregular shifts, implying short sleep durations that were significantly associated with obesity. In addition, these authors found that truck drivers had a high prevalence of sedentary habits and poor diet.

Mean MWC ( $\pm$ SD) was  $34.1 \pm 6.4$  mlO<sub>2</sub>/kg/min in this study (Table 5.2) which is below the average (35.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min) for the comparable age group of Canadian males (Statistics Canada, 2013). The mean MWC found in this study was slightly lower than Hedberg (1985) and Hedberg and Niemi (1986) who found a mean of 39.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min in 22 lorry truck drivers and 36.6 mlO<sub>2</sub>/kg/min in 22 tanker truck drivers, respectively. It may be the case that lorry driver work involves more physical activity than tanker truck driving thus providing more training, as the latter figure from Hedberg and Niemi (1986) is very close to ours. The response of the cardiovascular system to a specific physical activity and the physiological readiness are improved with increased MWC (Matthews et al., 1999). Also, a low level of cardiorespiratory fitness is closely associated with cardiovascular disease risk factors (McMurray et al., 1998), especially when combined with factors like sudden changes in type of physical activity, as sitting in one place for a long period of time that involves poor blood circulation in the lower limbs (Hitosugi, Niwa and Takatsu, 2000) and static muscular contraction, to high physical work as in manual materials handling tasks. Setty, Padmanabha and Doddamani (2013) reported that MWC was significantly decreased in overweight individuals, suggesting that excess of body fat impairs cardiorespiratory function and decreases mechanical efficiency for a given workload. In physically demanding work, low cardiorespiratory fitness may contribute to physical excessive fatigue (Wu and Wang, 2002). Heir, and Eide (1996) found that MWC was negatively related to musculoskeletal injuries. They suggested that less fit individuals may have a higher risk of injuries because of the greater relative physiological strain that less fit individuals will be under, at any given absolute level of physical demand.

Given the above and since MWC usually decreases with age, 5 of the 6 obese drivers in this study whom are average or below average MWC with respect to their age group will very likely

see the risk of cardiovascular disease, excessive fatigue, and musculoskeletal injuries increase over the years unless they are able to improve their MWC and/or reduce their BMI.

#### 5.4.2 Physical workload assessment

The WM over the work shift averaged to 5.9 mlO<sub>2</sub>/kg/min (or 1.7 MET) in this study, while for the delivering tasks alone it averaged to 8.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min (2.4 MET). These figures are lower than those reported in the Compendium of physical activities (Ainsworth et al., 2011) for truck drivers. The compendium indicates 2.5 MET for driving a "truck, semi, tractor > 1 ton" and 6.5 MET for "truck driving, loading and unloading truck, tying down load, standing, walking and carrying heavy loads" which clearly entails more physical activity than the Bulk drivers studied here. Hedberg (1985) found that tasks related to loading/unloading the truck at client sites were the most strenuous of all non-driving tasks, with truck drivers working at or above 40 %MWC for 49% of the total working time outside the truck. Van der Beek and Frings-Dresen (1995) reported that the highest HR occurred during loading and unloading among 32 male lorry truck drivers. The results of this study are in line with those of other authors in that delivering tasks were more strenuous than driving, although the loading and unloading of gas from a tanker trailer as performed by our Bulk drivers was far less strenuous than the loading/unloading activities reported in other studies. According to Chengalur et al. (2014) and Kamon (1982), the average WM of Bulk drivers during delivering tasks corresponded to a moderate mixed arm and leg work (>6.0 - 9.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min) during summer (WM=6.6 mlO<sub>2</sub>/kg/min), and heavy mixed arm and leg work (>9.1 - 14.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min) in winter (WM=11.0 mlO<sub>2</sub>/kg/min) (Table 5.5).

Manipulating valves was associated with high peaks of heart rate in the present study (Table 5.6). In a laboratory study conducted by Meyer et al. (2000), handling valves was also found to induce high cardiorespiratory strains that likely worsen in real working situations. Handling hoses was another strenuous activity that induced peaks of heart rate. This finding is also corroborated by measurements of physical strain in Swedish tanker truck drivers conducted by Hedberg and Niemi (1986) who showed handling hoses to be mostly associated with peaks of heart rate. These authors also reported a significant increase in serum creatine kinase (S-CK) in their drivers at the end of the week, which they associated with likely high local muscular strains.

The physical workload assessment over the workday showed no significant difference between seasons (winter vs summer), but when considering only the delivering period a 66% increase in WM and %MWC were observed in the cold environment (11 vs 6.6 mlO<sub>2</sub>/kg/min). The significant effect of season on energetic workload remained even when controlling for covariates. Burstein et al. (1996) reported a similar result in a study conducted among a group of soldiers exposed to a combination of intensive physical efforts performed in hostile weather, alternating with long periods of minimal activity; a higher energy cost of performing military maneuvers was measured in winter. The cold climate itself likely caused the increase in WM to keep warm during winter, as well as the handling of equipment rendered more difficult because of the poorer grip offered by thicker and warmer gloves when handling heavy hoses for instance, the increased stiffness of valves, and the more difficult access to work zones because of the snow banks and ice (e.g., Figure 5.4a and 5.4b). This was well illustrated by the more frequent peak heart rates during winter time (Table 5.8).

- Maximal Acceptable Work Time

The Bulk drivers in this study performed between one and four gas deliveries in a workday that ranged from 6 to 15 hours with a mean 11.4 hours. Overtime due to long drives to faraway clients explained such long workdays. Using the equation from Wu and Wang (2002) for %HR<sub>res</sub>, it was found that the workday was too long for 8 of the 13 drivers from a cardiac strain point of view and represented a risk of excessive fatigue. It is interesting to note that if the MWC of these 8 drivers was increased to the 75<sup>th</sup> percentile of their age group (Statistics Canada, 2015), then the average %HR<sub>res</sub> for this group would likely decrease from 21% to just below 16%, a cardiac strain difference that would make the workday duration now acceptable for 5 of them according to the equation from Wu and Wang (2002). For the remaining 3 drivers, the workday would still be too long thus necessitating a reduction either in cardiac stress or in working hours.

Longer exposure to physical demands limit rest and recovery time and lead to sympathetic nervous system activity, increased blood pressure, and heart rate, as well as to excessive fatigue (Jang et al., 2015). The latter has been associated with the development of MS disorders (Bos et al., 2004), and is coherent with the high prevalence of MS pain (57.1% over the past 12 months) reported by the larger group of Bulk drivers in the cross-sectional study conducted by Sekkay et al. (2018). Long working hours may be considered as a workplace stressor that can have a significant, negative impact on health status (Sparks et al., 2007; Kageyama et al., 1997).



In their cross-sectional study, Williamson and Friswell (2013) indicated that long distance truck drivers in Australia were doing average working hours that were close to the legal limit for Standard and Basic Fatigue Management driver working hours (maximum working hours per week = 72 h) and well over one-quarter were doing more hours than legally allowed. In this study, only one driver worked more than 14 hours per day, the regulated hours of service (HOS) determined by Government of Canada (2018). Consequently, Bulk drivers' work can be qualified as physically demanding, as it is a Moderate level of work for the cardiac function and is performed over unduly long hours. The below average MWC in the group studied certainly contributed to increase work strenuousness (%MWC and %HR<sub>res</sub>).

### 5.4.3 MS pain and potential risk factors

- Back pain

In this study, Bulk drivers reported that driving was the activity most associated with back pain while the unloading process at the customer site ranked second, and handling hoses ranked third among the larger group surveyed (Figure 5.6). A number of risk factors observed in this study certainly put drivers at risk of developing MS pain in the back. First, as indicated above drivers worked long hours daily (11.4 hours) and almost half of that time was spent driving (48.5%) (Table 5.3). Many studies have reported that long work hours were associated with MS outcomes. Andrusaitis et al. (2006) found that low back pain was mainly associated to increasing working hours. Other studies reported that LBP was linked to irregular work hours and short resting time (Miyamoto et al., 2000). Van der Beek and Frings-Dresen (1995) reported a similar proportion of driving time for four groups of truck drivers, as well as Hedberg and Niemi (1986) for tanker truck drivers. Increased daily and weekly driving time or distance have been reported to be associated with LBP in truck drivers (Bhaumik and Anjenaya, 2017; Tiemessen, Hulshof, and Frings-Dresen, 2008). Longer driving hours requires prolonged sitting and exposure to WBV, two known risk factors for LBP (Pope, Magnusson, and Wilder, 1998; Hermans et al., 2008; Raffler et al., 2017). Although, WBV were not assessed in the current study, hauling trucks and tractor trailers are known to produce significant WBV (Bovenzi, 2010; Kim et al., 2016). In a systematic review, Lis et al. (2007) concluded that sitting for more than half of working time combined with physical co-exposure factors including WBV increase fourfold the prevalence of LBP.

In addition to driving, Bulk drivers were involved in other tasks/activities that may increase the risk for LBP. For instance, handling valves and objects such as heavy hoses required high force application that produced high peaks of heart rate (Table 5.6). According to INRS (2014), working at such high heart rate levels induces excessive strain. After a long driving period, reduced lumbar strength from WBV leads to muscle fatigue according to Hansson et al. (1991), which in combination with high physical effort such as in manual materials handling tasks immediately after driving, places the spine at greater risk of injury. Force exertion tasks either alone or combined with awkward postures, following driving have been reported to increase the risk of LBP in drivers (Okunribido et al., 2008; Awang Lukman et al., 2017). Moreover, during the unloading process at the customer's site, once the gas transfer has begun the drivers generally stand in a fairly static posture for prolonged periods of time to supervise the manometers. In addition, our results indicate that drivers spent an average 6.5% of the gas delivering time in awkward postures of the back (Table 5.4).

The observations in this study indicate that Bulk drivers were exposed to a combination of risk factors that have been associated with LBP in the literature (i.e., low MWC, long working hours, long daily driving, WBV, strenuous activities, awkward and static postures following driving). Bulk drivers' daily exposure to LBP risk factors is highly coherent with the high prevalence (35% over the past 12 months) of LBP reported for this group by Sekkay et al. (2018).

- Upper limbs pain

The most common activities that were associated with pain in the upper limbs as reported by Bulk drivers were driving, handling valves, and handling the heavy hoses (Figure 5.6). Bulk drivers opened and closed manually valves to control the flow and pressure of the gas being transferred, through circular valve handles that required high torque/force, located on the trailers and at the client sites. Video analyses showed that drivers operated valves on average 70 times in a work shift (from 14 to 165 times). The tangential force required to crack open a valve, measured at the handle, ranged from 49 N to 689 N. Owing to the small size of the handles, all valves were operated with one hand. According to Diffrient, Tilley, and Harman (1981), in the case of a circular valve handle with a diameter ranging from 18 to 53 cm operated with one hand, the force should not exceed 89 N, that is, a maximum 16 Nm torque for the smaller size handle ( $89 \text{ N} \times 0.18 \text{ m} = 16 \text{ Nm}$ ). Chengalur et al. (2004) recommend a corresponding 130N maximal force (i.e., 23.4 Nm for the small handle). In this study, one third of the measured force values were above 130 N. In previous studies, the torque required to manually turn a

circular handle was also found to far exceed operators' strengths (Jackson et al., 1992; Schulze et al., 1997; Parks and Schulze, 1998; Al-Qaisi and Aghazadeh, 2018).

Beyond lack of maintenance, environmental conditions can impact the operability of the equipment, namely that of valves. In this study, on occasions the valve (e.g. Blowdown valve) was stuck in ice such that measured forces ranged from 322 N to 689 N, that is 2.5 to 5.3 times the maximal acceptable 130 N force. Such high forces are beyond human capabilities and it comes as no surprise that at times drivers used tools such as a hammer to actuate a valve despite the fact that they were specifically forbidden to do so. A driver who wants to follow the rule will need to deploy very high effort to operate the valves. Exposure to such forceful exertions may explain the high prevalence of pain in the upper limbs (35% over the past 12 months) reported by Sekkay et al. (2018) for this group of drivers.

In this study, there was virtually no standardization in the layout of equipment at the client sites or on the tanker trailer. For instance, valve location varied widely from one client to another as well as between tanker trailers, and 30% of valves were below knee or above shoulder height. Valve position impacts on the mechanical advantage when exerting force on an object. Al-Qaisi and Aghazadeh (2018) investigated the effects of hand wheel height and angle of a valve on the shoulder muscle loading, and found that at shoulder level, specifically at 45° and 90° upper arm elevation, at least one side of the shoulders was heavily loaded.

- Neck pain

In this study, neck pain was mainly related to driving (Figure 5.6). Posture analysis showed that driving required awkward neck postures more frequently than in other tasks, with an average frequency of 4.9 per min (Table 5.4). Rehn et al. (2004) reported the same frequency for non-neutral rotational neck postures (5 per min) for forestry forwarder drivers. Massaccessi et al. (2003) reported a significant association between high RULA scores for the neck of professional drivers and their self-reported pains, aches or discomforts in the neck. Alipour et al. (2008) reported that awkward body postures for long hours and a prolonged sitting posture were work-related factors that significantly increased the odds of reporting neck pain. Other factors associated with neck pain are uncomfortable seats and back support combined with exposure to WBV (Dev and Gangopadhay, 2012), and organizational stressing factors such as long driving distances (Skov, Borg, and Orhede, 1996).

Awkward neck postures were observable during 50% of the time paper work was done (Table 5.4), because of the lack of equipment suited for this task either inside or outside the cabin.

It is interesting to note that Sekkay et al. (2018) failed to identify any significant association between physical risk factors and MS pain in back, upper limbs and neck, for Bulk drivers. However, they reported strong associations between MS pain and psychosocial risk factors, and lifestyle factors. This may be due to a driver sample that was too small to let the associations with physical risk factors emerge strongly enough. This may also suggest that the questions as formulated in the standardized questionnaire may not have captured the physical exposures specific to this group (Stock et al., 2005). Indeed, it may be difficult to formulate questions that can measure a workload that is not high enough to generate short term fatigue but will generate significant fatigue after long hours of work. It may be the case that drivers had the perception that they did not work hard as, after all, they sat and drove half of their time and stood waiting during most of the gas delivery process. The high exertion events (e.g., difficult valve actuations, heavy hose handling) were concentrated during periods that appeared short when compared to the whole workday (e.g., hose installation before gas transfer and removal afterwards, valves stuck at the beginning or end of the gas transfer step), such that drivers may have felt they could recover easily from these events while standing and waiting or driving. That may have distorted their insight of the possible strain or loading imparted by the various physical risk factors on their body when answering the questionnaire. However, physical risk factors were present as shown by the results of this study, and when considered in light of the recent literature on WMSDs these factors were coherent with the prevalence of MS pain figures reported by Sekkay et al. (2018).

#### **5.4.4 Study limitations**

The present study has a number of limits that suggest areas for future research. First, the sample size in this study was rather small which makes it difficult to draw definite conclusions. In addition, there is always the possibility of selection bias in the group of participants. From a targeted group of nearly 125 Bulk drivers, about half answered the questionnaire (N=63), 14% volunteered for technical measurement and observation (N=18), and 10% provided usable data (N=13). However, considering that all truck drivers who participated in this study worked for the same employer, performed the same work, and had similar personal characteristics (i.e., age, weight, height, and BMI) as the larger questionnaire sample (Table 5.7), one can reliably

generalize the results of the small group to the larger one. However, great care should be used when applying the results presented here to driver groups or industries.

Table 5.7 Comparison of main characteristics between the two groups of Bulk drivers

	Observational study		Questionnaire study (Sekky et al., 2018)	
	N=13		N=63	
<b>Age</b> (years)	48.9 ± 7.4	(37.0 - 62.0)	52.0 ± 8.1	(35.0-71.0)
<b>Weight</b> (kg)	98.3 ± 16.6	(72.6 - 124.3)	98.0 ± 16.6	(65.8-145.0)
<b>Stature</b> (m)	1.8 ± 0.1	(1.7 - 2.0)	1.8 ± 0.1	(1.6-2.0)
<b>BMI</b> (kg/m <sup>2</sup> )	29.7 ± 4.0	(24.6 - 37.2)	32.0 ± 6.1	(24.3 – 53.0)

Mean ± SD (min-max)

A second limit of this study is that it is transversal, that is, the exposures measured during one day of observations and measurements may not represent reliably the exposures over a longer period such as one month, or a year. Also, one common limitation associated with observational studies is that it is very resource demanding and costly to perform a detailed analysis of postures, force exertions, and activities over a full workday or over a complete work week, especially when the work is varied as in the Bulk driver's work (Juul-Kristensen et al., 2001). One strategy in such cases is to use a work sampling approach, but again the representativeness of the exposures for the whole workday, week or month may be very limited, especially in situations where working conditions vary over the course of the day (e.g., different client site equipment layout) or over the year (e.g., summer vs winter conditions) (Jacobs et al., 2017; Stock et al., 2005). On the other hand, in this study exposures were sampled during two very different seasons which can be considered a strength. In comparison, heart rate is a more comprehensive measure of workload as it is collected over the whole workday and can be analyzed in time (e.g., HR peaks in this study). However, HR does not inform on specific MS physical risk factors, but it can inform on general fatigue which can be linked to WMSDs. While observations and direct measurements are specific, self-reports are thought to provide a more comprehensive assessment of work exposures (Barrero et al., 2009). Stock et al. (2005) among others suggest that since no instrument can measure all relevant dimensions of physical load simultaneously, a strategy that combines questionnaires with different observational methods and direct measurement techniques as in this study, may be the most appropriate until further research on workload exposure to identify work-related physical risk factors can yield better measuring instruments (Barrero et al., 2009; Jacobs et al., 2017).

Despite these limitations, the results presented in this study provide a good picture of the workload and exposures to physical risk factors for MSDs in the work of the Bulk drivers studied. This picture is coherent with and completes the one provided by Sekkay et al. (2018) for this group of drivers. Finally, the results of this study point to engineering controls that could contribute to reduce the exposures (e.g., ergonomic design and standardization of equipment layout at client sites and on tanker-trailers, valve handle re-design or replacement with more appropriate devices to regulate gas flow, equipment installed in the cabin and suited for the paper work or the elimination of paper work thereof, better handling aids for the heavy hoses, better equipment maintenance, etc.)

## **5.5 Conclusion**

The workload and exposure to MSD physical risk factors in the work of long-haul drivers delivering industrial gas (Bulk drivers) were assessed through a combination of observations, direct measurements and self-reports. Workload measurements showed that the drivers studied had a below average fitness (MWC) compared to their age group and had a workday duration that was too long given their daily work-related cardiac strain, thus exposing them to a risk of excessive fatigue. Workload tended to be higher in winter (vs summer). Observations and self-reports showed that Bulk drivers were exposed to a combination of risk factors that have been associated in the literature with MS pain in the back, upper limbs and neck (i.e., low MWC, long working hours, long daily driving, WBV, strenuous activities, awkward and static postures following driving, high force exertion on valve handles, handling hoses). Bulk drivers' daily exposure to these risk factors helps explain and understand the high prevalence of MS pain reported for this group by Sekkay et al. (2018).

### **Acknowledgments**

The authors wish to thank all the truck drivers who took the time to participate in this study and the managers and supervisors for their involvement, and authorization to collect data. We are also very appreciative of the collaboration between our industrial partner, Mitacs, Polytechnique Montreal, and University of Montreal that made this study possible.

The authors also wish to acknowledge the contribution of Andres Felipe Gonzalez Cortes and Claudia Gordillo with data collection and preparation.

**Funding:** This work was supported jointly by a research sponsorship from our industrial partner; Mitacs Accelerate program (IT06366); funds provided by the Mathematics and Industrial Engineering Department of Polytechnique Montreal and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) (RGPIN-2017-05629).

## CHAPITRE 6    ARTICLE 3: ASSESSMENT OF PHYSICAL WORK DEMAND OF SHORT DISTANCE INDUSTRIAL GAS DELIVERY TRUCK DRIVERS

Cet article a été soumis dans Applied Ergonomics le 22 août 2019.

Sekkay, F. (Polytechnique Montréal), Imbeau, D. (Polytechnique Montréal), Dubé, P.A. (Polytechnique Montréal), Chinniah, Y. (Polytechnique Montréal), de Marcellis-Warin, N. (Polytechnique Montréal), Beauregard, N. (Université de Montréal), Trépanier, M. (Polytechnique Montréal)

### **Abstract:**

**Aim:** The aim of this study was to assess the work-related physical demands of short distance truck drivers employed by a large gas delivery company in Canada, and to identify the most physically demanding tasks and activities. **Methods:** A total of 19 truck drivers participated in data collection. The data was collected through a combination of assessment methods, self-reporting assessments, field observations and direct measurements to describe a work shift and task organization, postural demands, physical workload and force exertions. **Results:** Driving (mean of 43% total work time) and delivering gas cylinders to customers (mean of 28% total working time) were the main tasks of the daily work of short-distance truck drivers. While delivering gas cylinders, work metabolism was classified as “heavy work” with a 29.2% mean heart rate reserve (%HR<sub>res</sub>), an almost 50% increase over the 19.1% mean for the whole workday. Peaks of heart rate occurred mainly while handling gas cylinders. The overall workload was not excessive given the mean shift duration, but the weights handled were frequently excessive. **Conclusion:** The results of this study identified physical risk factors for short-distance truck drivers that help explain the strong association between reported MS pain and physical risk factors in this group of workers in our previous study.

**Keywords:** Short-distance truck drivers, industrial gas cylinders, manual materials handling, physical workload, MSD.



## 6.1 Introduction

Truck drivers who are exposed to manual materials handling run an increased risk of musculoskeletal pain, especially in the back (Okunribido, Magnusson, and Pope, 2006; Okunribido, Magnusson, and Pope, 2008; Robb and Mansfield, 2007), shoulders, neck and hands/wrist (Chih-Long Lin and Chen, 2010, Sekkay et al., 2018). Previous studies have confirmed that the work of short haul drivers is dynamic as a result of the varying conditions of their work during a work shift. Short haul drivers spend about one-half (van der Beek and Frings-Dresen, 1995) to two-thirds (Hedberg, 1985; Okunribido et al., 2006) of their work time performing non-driving tasks. Several studies have attributed musculoskeletal complaints to exposure to whole-body vibrations and prolonged sitting (Miyamoto et al., 2000), as well as to the frequent loading and unloading of goods (Hedberg, 1985; van der Beek et al., 1993; Robb and Mansfield, 2007; Chih-Long Lin and Chen, 2010). Robb and Mansfield (2007) found that truck drivers lifting weights of 10 kg or more per day reported more musculoskeletal symptoms than those reporting no heavy lifting. Chih-Long Lin and Chen (2010) identified that pushing goods with their hands is one of the factors significantly associated with the degree of spine disc space narrowing among home delivery drivers. In their study, Okunribido, et al. (2008) showed that interaction effects due to posture and one or both of vibration and manual material handling were the main contributors to low back pain (LBP). The daily duration of trunk and arm postures for drivers handling four different kinds of freight was measured by van der Beek and Frings-Dresen (1995), who found that the highest exposure to severe trunk flexion ( $>45^\circ$ ) was observed during lifting and carrying tasks for lorry drivers who primarily handled palletised material.

Using a physiological approach, Hedberg (1985) found that physical work was moderately strenuous for 22 Swedish lorry drivers; their average heart rate during work varied between 82 and 128 beats per minute, and that tasks related to loading/unloading the truck were the most strenuous out of all non-driving tasks. Lorry drivers worked at or above 40% of their maximum physical work capacity for a total of 49% work hours outside the truck. In a study among 32 lorry drivers, van der Beek and Frings-Dresen (1995) demonstrated that the highest heart rates were found during the loading and unloading of a truck, and that pushing and pulling goods were largely responsible for the high physical workload during loading and unloading.

In the gas industry, the manual handling of gas cylinders is an unavoidable activity. Several studies have been conducted to explore work that involves handling gas cylinders and to determine risk factors that may cause related injuries. Westerling and Kilbom (1981) surveyed the physical loads of four Swedish truck drivers, responsible for delivering oxygen gas cylinders (34 - 76 kg). The results of the study showed that the truck drivers exhibited considerable shoulder extension while dragging cylinders and had an average heart rate of 99 bpm at work, corresponding to 35% of their maximal oxygen uptake. In Taiwan, two studies conducted by Chen, Chiang, and Lin (2013) and by Chen, and Chiang (2014) analyzed a case of gas cylinder rolling movements by 4 handlers, which showed that the repetitive activity for both wrists, the radial deviation for both wrists, and the dorsiflexion on the right wrist caused injuries to the wrists. Recent studies specific to gas cylinder operators have shown a higher prevalence of MS outcomes. Among 30 male workers of the casting unit in a steel industry, the most common MSDs in 1 year prior to the study were low back pain (43%), shoulders (33%), and hand/wrist and knee disorders (16%) (Giahi et al., 2014). Chen et al., (2017) studied 100 Taiwanese gas cylinder handlers. The results showed that the overall prevalence of musculoskeletal disorders was 91% within 1 year. More than half of the respondents (62%) experienced shoulder discomfort, followed by lower back/waist (57%) and neck (47%) discomfort. Daily work hours (>10 h) were primary factors influencing the development of discomfort when handling gas cylinders. A study conducted by Chowdhury, Boricha, and Yardi (2012) of 100 Liquid Petroleum Gas cycle delivery men in India demonstrated that they transferred the cylinders using poor posture, with high velocity and motion repetitiveness, thus subjecting their spine to greater amounts of compressive forces. Lim and Hignett (2012) stated that an older workforce with long work experience, faster work pace and higher physical exposure to cylinder handling can predispose the operator of a multi-national gas company to musculoskeletal disorders. In Canada, a recent cross-sectional study showed that MS pain in any body area of pick-up and delivery (P&D or short-distance delivery) truck drivers who deliver gas cylinders was strongly associated with working with their hands above their shoulders and whole-body vibration (Sekkay et al., 2018).

From the abovementioned studies, only two studies have concerned the work of delivery gas cylinder truck drivers, including driving and delivering tasks (Westerling and Kilbom, 1981, Sekkay et al., 2018). The assessment of handling gas cylinders (dragging) was performed in a

laboratory in Westerling and Kilbom (1981), and only periods of 6 hours were considered for the field data collection (heart rate monitoring and task observations). For Sekkay et al. (2018), the data was collected through anonymous self-reporting questionnaires. The other studies have only focused on handlers of gas cylinders. To our knowledge, there are no recent field studies with short haul truck drivers who deliver gas cylinders that have objectively investigated information about physical demand in order to gain more insight into their work at different workplaces during an entire work shift. This paper reports on the physical work demands of the work of Canadian short-distance truck drivers who deliver gas cylinders and work for a same large employer. Work demands were assessed through multiple data sources, including observation of (1) the durations and proportions of tasks, (2) force exertions, (3) manual handling of gas cylinders (4) exposure to awkward postures, (5) heart rate and energetic workload measurements, and (6) self-reports on the most demanding tasks perceived and on perceived fatigue.

## **6.2 Methods**

Data was collected through a combination of assessment methods (self-reporting assessments, observations and direct measurements) over two time periods, between May and October 2016, and between February and March 2017, in two Canadian provinces (Quebec and Ontario). The study was approved by the Research Ethics Board at Polytechnique Montreal and at the University of Montreal (No. CER-1516-27).

### **6.2.1 Observational field study**

#### **6.2.1.1 Participants**

By convenience sampling, 21 male Pick-up and Delivery (P&D) truck drivers across Quebec and Ontario working for the same company were recruited. They were responsible for picking-up (empty) and delivering (full) gas cylinders, ranging from small handheld bottles weighting 2 kg to cylinders weighting up to 100 kg. The gas cylinders varied in dimension and design. Rolling, lifting, carrying, pulling cylinders with (or without) the use of assistive equipment were all part of the cylinder handling process.

All the participants were informed about the study, first by their supervisors and second at a first meeting with the researcher. All of the participants received a written explanation of the background of the study, objectives and involvement. They signed an informed consent form prior to their enrolment in the study.

### **6.2.1.2 Procedure**

The procedure followed in this study is the same as in Sekkay et al. (2019) who reported on the work of long-haul truck drivers working for the same company. The procedure is summarized below, and the reader is referred to Sekkay et al. (2019) for more details. The data collection from June to October 2016 took place in Quebec for N=12 subjects, and in Ontario for N=9 subjects from February to March 2017. All drivers conducted their regular work during both periods, which essentially involved the same work tasks.

Participants were met first in the morning before the start of their work shift on the premises of the company to be briefed on the goals and the objectives of the study. Participants volunteering for the study provided informed written consent and then completed a questionnaire on musculoskeletal pain and related risk factors (Sekkay et al., 2018). Next, the participant donned a heart rate monitor (Polar Electro Oy, Kempele, Finland; RS800), took a seated 5-min rest break, and then performed a step-test from Meyer and Flenghi (1995) to obtain the heart rate *vs* metabolism (HR-M) relationship. The reader is referred to the original publication from Meyer and Flenghi (1995) and to Dubé et al. (2015) for more details on the step-test and its advantages over other submaximal tests. Heart rate of the participant was recorded throughout the work shift. A research assistant accompanied the participant and made video recordings of his work, while noting the work tasks and the main events throughout the day.

### **6.2.1.3 Measurements and outcome variables**

Table 6.1 summarises of the methods used in this study.

- Task analysis, postural demands, and manual material handling of gas cylinders

The video recordings were analyzed with the Video Event Analysis (VEA) software (Chappe Software) to extract a number of work-related variables (task performed and duration, work postures, characteristics of gas cylinders handled as well as frequency and method of handling).

The results and statistics output by VEA were exported to Microsoft Excel for further analysis, where tasks were grouped in five categories: “Driving”; “Delivering to clients” which included all activities related to unloading empty gas cylinders and loading the empty ones; “Preparing loads at home terminals”; “Other tasks” which included “Paper work” and activities associated with opening/closing the rear door, the side curtain, using the tie-down ratchets, etc.; “Non-work related tasks” that included pausing and talking to the research assistant.

Postures were analyzed for 10 drivers through a sampling approach that made use of random video segments lasting between 5 and 10 minutes (e.g., while driving). Work postures while “Delivering”, were coded for a total of 450 min (25\*10 min for upper limb, back and lower limb, and 20\*10 min for neck). Neck postures were assessed while “Driving” for a total of 200 min (20\*10 min), and “Handling paper work” was assessed for a total of 50 min (10\*5 min). Posture was categorized into two categories (neutral and awkward) for each body area to reduce coding time. Table 1 describes the posture criteria based on the work of Keyserling, Brouwer and Silverstein (1992) for the neck and the back, and on Simoneau, St-Vincent, and Chicoine (2013) for the upper limbs. Squatting and kneeling were the only awkward postures observed for lower limbs.

The manual handling of gas cylinders (frequency, weight), as well as the opening/closing doors and ratchet uses (frequency) were described over the entire workshift for 10 P&D drivers. Each gas cylinder was identified by a bottle type number printed on the cylinder, and with a catalogue provided by the company the weight of the cylinder was determined. For each manual handling task the maximum acceptable weight (MAW) limit for 75% of the male worker population was determined according to Snook (2004). Variables and categories within variables, observed on a real time basis and from video recordings, are presented in Table 6.1.

To extend the range of applicability for these tables, various multipliers and correction factors (Mital et al., 1997, EN 1005-2, 2003) were applied to the MAW to yield an adjusted MAW (AdjMAW), so as to better take into account the characteristics in which the handling task was performed (e.g., poor coupling on load, torso twisting while lifting). Description of multipliers and their corresponding factors is provided in Table 6.2.

Table 6.1 Summary of the methods used in the present study

<b>Data collection method</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Threshold values</b>	<b>Reference</b>
Observations (on-site and video)			
Task analysis			
	Duration (driving, delivering, preparing loads, non-work related, other tasks), Duration of total work time. % of total work time (driving, delivering, preparing loads, non-work-related, other tasks)		
Work Postures	Frequency (neutral, awkward)	<u>Neck</u> : twisted or lateral bending >20°; flexion >45°; extension.	Keyserling, Brouwer and Silverstein (1992)
	% work registered time (neutral, awkward)	<u>Upper limbs</u> : hands above shoulders; arms extended to maximum reach. <u>Back</u> : flexion >20°; torso twisted; lateral bending and torso twisted simultaneously <u>Lower limbs</u> : squatting, kneeling	Simoneau, St-Vincent, and Chicoine (2013) Keyserling, Brouwer and Silverstein (1992)
Manual handling of gas cylinders	Frequency	Rolling, carrying, lowering, lifting, pushing, pulling	
	Weight (kg)	MAW (carrying, lowering, lifting) and AdjMAW	Snook (2004); Mital et al. (1997); EN 1005-2 (2003)
HR monitoring			
During Step-test	M=f(HR) MWC=f(HR <sub>max</sub> ) WM, %MWC TEE	HR <sub>max</sub> =220-Age	Åstrand and Rodahl (1977)

Table 6.1 Summary of the methods used in the present study (cont. and end)

<b>Data collection method</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Threshold values</b>	<b>Reference</b>
During Work	HR <sub>rest</sub>	1 <sup>st</sup> percentile over work day	Mairiaux and Malchaire (1990)
	HR <sub>work</sub> (average over work day, average over task execution) %HR <sub>res</sub> (average over work day, average over task execution)	$\%HR_{res} = 100 \times (HR_{work} - HR_{rest}) \div (HR_{max} - HR_{rest})$	Wu and Wang (2001, 2002); Chengalur et al. (2004)
	Maximal Acceptable Work Time	$MAWT = 26.12 \times e^{(-4.81 \times \%HR_{res})}$ $MAWT = -2.67 + e^{(7.02 - 5.72 \times \%HR_{res})}$	Wu and Wang (2001, 2002)
	HR <sub>peak</sub> (work activities)	HR <sub>peak</sub> > HR <sub>work</sub> + 30	INRS (2014)
<b>Force application</b>			
	Opening/closing side curtain (frequency, force required (N)) Opening/closing truck rear door (frequency, force required (N)) Tie-down the ratchet curtain side (frequency, force required (N))	AdjMAF Pull down: 529N Pull up: 313N	Snook (2004); Mital et al. (1997); EN 1005-2 (2003) Chengalur et al. (2004)
<b>Questionnaire</b>			
Physical demands	Level of physical demand Work task/activity/aspect believed to be linked to MS pain		

Table 6.2 Description of the multipliers and their corresponding factors

Description	Factors	Reference
Upper body twisted >90°	0.80	Mital et al. (1997)
No handles /holds to initiate the lift	0.85	Mital et al. (1997)
One handed task	0.60	EN 1005-2 (2003)
Asymmetric lift/carry	0.96	Mital et al. (1997)

- Physiological strain and peak loads

The heart rate (HR) profile of each subject was examined to detect missing data. The profiles were incomplete for 2 drivers out of 21 (instrument failed to detect HR for more than 4 hours during the measurement period) and were thus excluded from the database. A total of 19 participants provided useful HR data. For each driver, the task analysis and heart rate data were associated and a number of indices such as the average  $HR_{work}$  and percent heart rate reserve ( $\%HR_{res}$ ) over the entire work day and for the different tasks were calculated (Wu and Wang, 2002, Chengalur et al., 2004) (Table 1). The 1<sup>st</sup> centile of measured HR over the work day was used for  $HR_{rest}$  (Mairiaux and Malchaire, 1990), while  $HR_{max}$  was estimated at 220 minus age in years (Åstrand and Rodahl, 1977; Dubé et al., 2015).

A detailed analysis of the heart rate profiles during complete work shifts of the drivers was also performed to determine continuous periods of excessive strain according to INRS (2014), that is, when  $HR > HR_{work} + 30$  bpm where  $HR_{work}$  is average heart rate over the entire work day. Peak HR values and periods of  $HR > HR_{work} + 30$  bpm were linked to specific work activities using video recording analysis.

The maximum acceptable work time (MAWT) without fatigue was determined per Wu and Wang (2001 and 2002) using mean  $\%HR_{res}$  results in the following equations for longer (1) and shorter (2) durations of work, respectively.

$$MAWT = 26.12 \times \exp(-4.81 \times \%HR_{res}) \quad (1)$$

$$MAWT = -2.67 + \exp(7.02 - 5.72 \times \%HR_{res}) \quad (2)$$

The HR data was then corrected by removing the thermal component when present (mean  $\Delta HR_T = 6.3$  bpm), following the procedure outlined by Vogt et al. (1970) and ISO8996 (2004) to ensure



precise work metabolism estimation (WM) (Dubé et al., 2016). WM of the different task categories were estimated from the corrected heart rate and the HR-M relationship of the driver from the morning step-test (Imbeau et al., 1995; Dubé et al., 2016). MWC (or  $VO_{2max}$ ) was also estimated from the HR-M relationship using  $HR_{max}$ . Daily energy expenditure (TEE) was calculated per Trumbo et al. (2002).

- Force application (required hand force)

By using a hand dynamometer, 5 P&D drivers accepted to reproduce the same levels of the exertion required when opening/closing the rear door, side curtain, and tie-down ratchets. The corresponding forces were assessed with the Snook guidelines on maximum sustained pull force limits to accommodate 75% of the male population (Snook, 2004). To better take into account the characteristics in which the force application task was performed, various multipliers and correction factors (Mital et al., 1997, EN 1005-2 2003) were applied to the maximal acceptable forces (MAF) to yield an adjusted MAF (AdjMAF).

#### **6.2.1.4 Statistical analysis**

Statistical analyses were carried out using IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Continuous variables were summarised with the average (mean) as a measure of central tendency and the standard deviation (SD) as a measure of dispersion. Comparisons of the means of HR and the derived variables among the Body Mass Index (BMI) groups of drivers (normal weight, overweight, and obese)(Health Canada, 2003), were performed through an analysis of variance (ANOVA).

### **6.2.2 Perceived physical demands**

Sekky et al. (2018) conducted a cross-sectional study on reported musculoskeletal (MS) pain and related risk factors among 123 drivers working for the same company in 6 Canadian provinces. The drivers were either P&D (short-distance) drivers responsible for picking up and delivering gas cylinders of different sizes, or bulk (long-distance) delivery drivers responsible for delivering bulk gas from large tanker trucks. The participants were employed as full-time truck drivers by the company for the twelve months prior to the study. The standardized questionnaire included three sections, general information, physical and psychosocial factors, and musculoskeletal pain in the

past 12 months. The results from a number of questions were not reported by Sekkay et al. (2018). In these questions, the drivers were asked to rate their perceived physical demands and list the physically demanding tasks/activities. The perceived level of physical demands (fatigue) that the job required was scored by the driver on a 5-points Likert-type scale (Very Low, Low, Medium, High, and Very High). The respondents who had musculoskeletal pain in different body regions (upper and lower back [back], upper limbs, and neck) that they related to their work were asked to indicate the task/activity/aspect of the work that they believed the pain was related to. Since this data could be better interpreted in the context of this observational field study, they are reported here for the P&D drivers.

## 6.3 Results

### 6.3.1 Characteristics of the participants

Table 6.3 describes the main characteristics of the 19 male participants for whom complete and usable data was available. The Body Mass Index (BMI) ranged from 22.2 to 42.9 kg/m<sup>2</sup>; 8 out of 19 were overweight, while another 6 were obese (Obese Class 1: N=4, Obese class 3: N=2), according to Health Canada, (2003). The average BMI in this group corresponded to the 50<sup>th</sup> percentile BMI for the 40-59 years age group of Canadian males (Statistics Canada, 2013). The mean MWC was  $38.3 \pm 8.9$  mlO<sub>2</sub>/kg/min; that is above the average (35.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min) for the comparable age group of Canadian males (Statistics Canada, 2013). Four out of the six obese drivers had their MWC at or below the 25<sup>th</sup> percentile of their age group, while one was average and the other at the 65<sup>th</sup> percentile (Statistics Canada, 2013).

Table 6.3 Main characteristics of study participants (N=19)

	<b>Mean <math>\pm</math> SD (range)</b>
	<b>N=19</b>
Age (years)	48.8 $\pm$ 4.8 (40.0 - 56.0)
Weight (kg)	86.5 $\pm$ 17.1 (68.0 - 131.5)
Stature (m)	1.74 $\pm$ 0.05 (1.67 - 1.85)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.6 $\pm$ 5.6 (22.2 - 42.9)
18.5-24.9 (normal weight)	n=5
25.0-29.9 (overweight)	n=8
>30 (obese)	n=6

Table 6.3 Main characteristics of study participants (N=19) (cont. and end)

	<b>Mean <math>\pm</math> SD (range)</b>
	<b>N=19</b>
MWC (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	38.3 $\pm$ 8.9 (28.0 - 56.3)
HR <sub>rest</sub> (bpm)	66.8 $\pm$ 8.6 (50.0 - 83.0)

BMI: Body Mass Index, MWC: Maximum Work Capacity.

It is worth mentioning that the obese drivers tended to be older with a slightly higher resting heart rate and a lower MWC than the other drivers (median = 50 years; 67.5 bpm at rest; 29.8 mlO<sub>2</sub>/kg/min; normal weight median = 45 years; 65 bpm; 48.4 mlO<sub>2</sub>/kg/min; overweight median = 49.5 years; 66 bpm; 38.2 mlO<sub>2</sub>/kg/min). While the mean age and rest heart rate were not statistically different, the mean MWC of obese drivers was significantly lower than that of other drivers ( $F_{2,16}=5.4$ ,  $p=0.016$ ).

### 6.3.2 Composition of a workday

Table 6.4 provides an overview of the composition of the workday in terms of duration and proportion of the total work time (TWT) of main task categories. The mean duration of the total working time in a workday was 479 min, ranging from 347 to 585 min. Drivers delivered daily to 2 to 14 clients. Driving was the most important task, with a mean daily duration of 208 min and a range of 102 -340 min, accounting for 27% to 63% of TWT. On average, the total amount of time spent “Delivering” gas cylinders was 134 min, corresponding to an average of 28% of TWT. “Delivering” involved the physical work of handling the cylinders (full/empty), securing the cylinders, accessing docks, the storage place, and equipment, paperwork and other administrative procedures.

Table 6.4 Duration mean, standard deviation (SD), range and % of Total Working Time (TWT) of tasks, with the number of deliveries per work day for N= 19 drivers

	<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>Range</b>
Total Working Time (min)	479 $\pm$ 53	347 – 585
Number of deliveries per day	9 $\pm$ 3	2 – 14
Driving		
Duration (min)	208 $\pm$ 56	102 - 340
% TWT	43% $\pm$ 10%	27 - 63%
Delivering		

Table 6.4 Duration mean, standard deviation (SD), range and % of Total Working Time (TWT) of tasks, with the number of deliveries per work day for N= 19 drivers (cont. and end)

	<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>Range</b>
Duration (min)	134 $\pm$ 43	50 - 200
% TWT	28% $\pm$ 9%	11 - 40%
Other tasks		
Duration (min)	72 $\pm$ 37	27 - 153
% TWT	15% $\pm$ 7%	5 - 30%
Preparing loads		
Duration (min)	39 $\pm$ 35	0.0 - 101
% TWT	8% $\pm$ 7%	0.0 - 23%
Non-work-related task		
Duration (min)	29 $\pm$ 23	1 - 65
% TWT	6% $\pm$ 5%	<1 - 15%

Interestingly, obese drivers tended to have a shorter workday (median = 453.1 min) than the other drivers (normal weight median = 500.4 min, overweight median = 467.3 min), although the differences were not statistically significant.

### 6.3.3 Posture

Table 6.5 presents the results from the analysis of postures. During deliveries, awkward postures for the back, upper limbs, and neck were adopted more than once per min. Awkward back postures lasted a short time (5.2% of the time). Driving and doing paper work required awkward neck postures that were more frequent than during delivery (between 2.8 and 6.5 times per min) and lasted almost half the time in the case of doing paper work. Figure 6.1 shows some examples of awkward postures while delivering, driving, and doing paper work.

During data collection, it was observed that short drivers often had a more awkward posture when rolling one or two tall cylinders at the same time. Figure 6.2a shows a driver (stature = 1.85 m) handling a tall 95 kg cylinder while Figure 6.2b shows a shorter (stature = 1.67 m) driver handling a tall 63 kg cylinder; the shortest driver had to elevate his left hand higher relative to his shoulder height to maintain the control of the cylinder. The layout of the delivery site varied from one client to another, and often caused awkward postures. For instance, Figure 6.2c shows the handling of a tall cylinder by the short driver when a platform is involved.

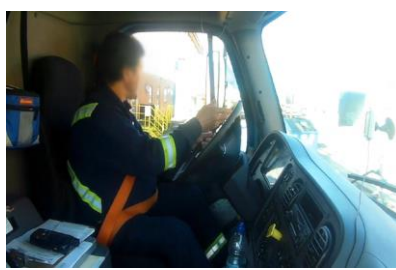
Table 6.5 Average frequency (no./min) and average duration spent in awkward postures expressed in % of the period analyzed, for P&D drivers (N=10)

Awkward Postures	Frequency (times/min) <sup>1</sup>	Duration (% of period analyzed) <sup>1</sup>
While delivering		
Upper Limbs	1.7 (0.4 - 2.5)	9.2% (2.5 - 22.6%)
Back	1.6 (0.4 - 6.1)	5.2% (1.2 - 20.6%)
Lower limbs	0.4 (0.1 - 1.5)	2.1% (0.4 - 10.9%)
Neck	1.3 (0.5 - 3.1)	10.0% (3.5 - 22.5%)
While driving		
Neck	4.7 (2.8 - 8.8)	6.7% (3.9 - 13.2%)
While handling paper work		
Neck	3.6 (0.9 - 6.5)	43.0% (25.2 - 64.3%)

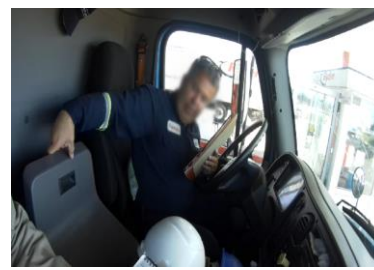
<sup>1</sup>Mean (range)



a)



b)



c)

Figure 6.1 Awkward posture while a) delivering, b) driving, and c) handling work paper



a)



b)



c)

Figure 6.2 Postures adopted when handling a tall cylinder: a) by a 1.85 m driver, b) by a 1.67 m driver, c) when a platform is involved

### 6.3.4 Manual handling of gas cylinders

Table 6.6 describes the daily average frequency of manual handling of cylinders by N=10 P&D participants. During the workday shift, drivers rolled cylinders one at a time, or two cylinders simultaneously, on average 54 and 16 times, respectively. Each cylinder weighed more than 50 kg. Six drivers out of 10 carried lighter cylinder(s) when delivering. Generally, small cylinders (waist-hip height and below) weighing less than 25 kg were carried manually by drivers one at time, on average 7 times per day, or two cylinders at a time, on average 19 times daily. Seven drivers out of 10 lifted or lowered cylinder(s) while delivering. Two cylinders, each weighing less than 25 kg, were lifted and lowered simultaneously, on average nearly 8 times per day.

Pushing or pulling activities for moving gas cylinders, by using two or four wheeled trolleys, were also performed by 6 drivers on average 10 times daily with cylinders weighing > 50 kg. Figure 6.3 shows examples of gas cylinder manual handling while delivering.

Table 6.6 Daily average frequency of manual delivery of cylinders, classified by weight, for P&D drivers (N=10)

<b>Activities</b>	<b>Frequency (times/workday)<sup>1</sup></b>
Rolling cylinder(s) >50 kg	n=10
One at a time	54 (8 – 145)
Two at a time	16 (0 – 49)
Carrying cylinder(s) <25 kg	n=6
One at a time	7 (2 – 11)
Two at a time	19 (8 – 145)
Carrying cylinder >25 kg	n=6
One at a time	1 (0 – 3)
Lifting/lowering cylinder (s) <25 kg	n=7
One at a time	4 (0 – 14)
Two at a time	8 (0 – 55)
Lifting/lowering cylinder (s) >25 kg	n=7
One at a time	4 (1– 10)
Pushing/pulling (with a trolley)	n=6
<50 kg	1 (0 – 4)
>50kg	10 (2 – 25)

<sup>1</sup>Mean (range)

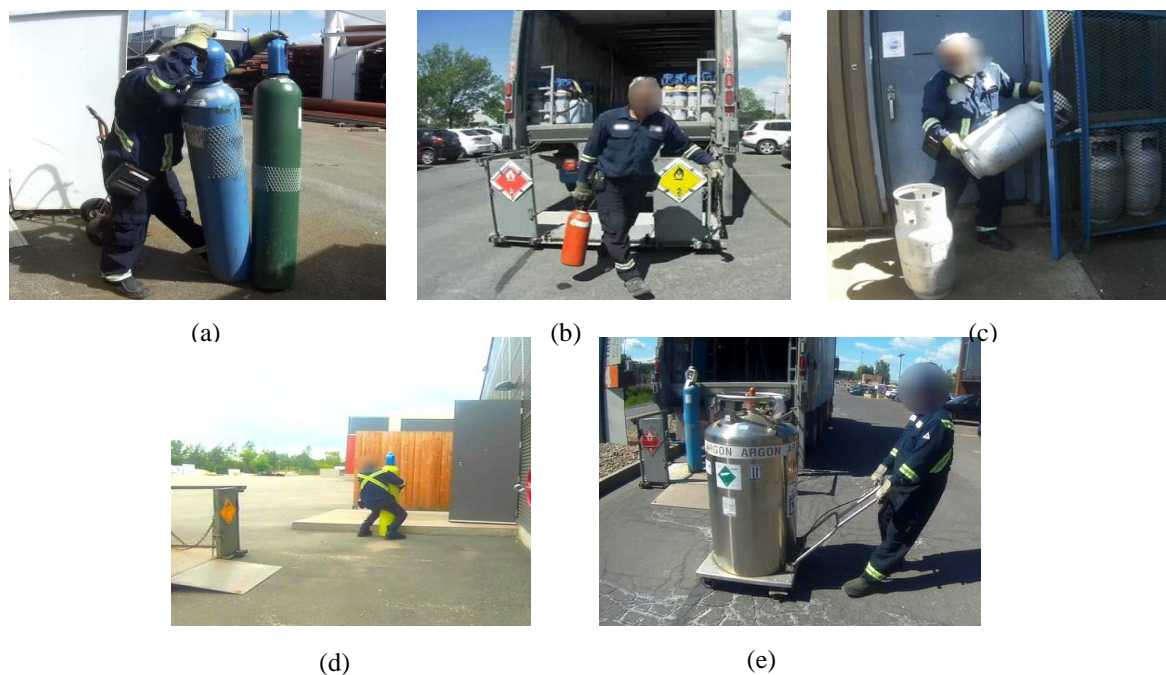


Figure 6.3 Images of drivers a) rolling two cylinders >50 kg, b) carrying one cylinder < 25kg, c) lowering cylinder <25 kg, d) lifting one cylinder > 25 kg, and e) pulling with a trolley one cylinder > 50 kg.

#### 6.3.4.1 Assessment of manual handling of cylinders

Table 6.7 compares the lifting, lowering and carrying activities. Overall, for the lifting activities, 77% of the weight (one cylinder at a time) lifted by the P&D drivers exceeded the AdjMAW for 75% of the male population. Almost half of the cylinders carried (one at a time) exceeded the AdjMAW, while for activities related to lowering one cylinder, only 35% exceeded the AdjMAW.

Table 6.7 Mean (range) of weights lifted, lowered, and carried (actual) by drivers (N=10), and AdjMAW

Activities	Weight (kg) <sup>1</sup>		%Actual >AdjMAW
	Actual	AdjMAW	
Lifting one	42 (10-81)	28 (15-33)	77%
Lowering one	24 (10-81)	26 (14-37)	35%
Carrying one	17 (4 - 26)	22 (21-27)	47%

<sup>1</sup>Mean (range)

### 6.3.5 Physiological strain and peak loads

Table 6.8 presents heart rate measurement results and other derived variables (WM, %MWC, TEE). The work of P&D drivers required an average 19% HR<sub>res</sub> over the entire work shift, with a mean heart rate of 86.7 bpm. The mean WM varied from 4.0 to 10.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min, accounting from 11.9% to 28.2% of MWC. The %HR<sub>res</sub> coefficient of variation (SD/mean) over the entire work shift was quite large at 31%, indicating wide ranging (9.6% to 33.1%) cardiovascular strain among the group of 19 drivers.

Driving was less demanding, at 12.2% HR<sub>res</sub> requiring an average 12.7 bpm above rest, while delivering gas required 28% HR<sub>res</sub> and a mean 96.9 bpm (30 bpm above rest). When delivering, the %HR<sub>res</sub> coefficient of variation (CV) was quite large at 28.5% with a range from as low as 14.6% to as high as 46.2% among the 19 drivers, that is, up to a three-fold difference. The same result could be reported for %MWC with a 26.5% CV, indicating wide ranging (14.8% to 43.9%) physical work strain among drivers when delivering bottled gas.

WM, an index of physical workload, was significantly lower over the entire work shift ( $F_{2,16}=3.8$ ;  $p=0.045$ ) and when delivering gas cylinders ( $F_{2,16}=4.5$ ;  $p=0.027$ ) for the group of obese drivers (mean= 6.2 mlO<sub>2</sub>/kg/min, 8.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min) than for the normal weight drivers (mean= 8.8 mlO<sub>2</sub>/kg/min and 12.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min) and the overweight drivers (mean= 7.2 mlO<sub>2</sub>/kg/min and 10.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min ), but the differences were not significant for HR, %HR<sub>res</sub> and %MWC.

Table 6.8 Measured heart rate (HR), percent heart rate reserve (%HR<sub>res</sub>), work metabolism (WM), percent maximum work capacity (%MWC), and total daily energy expenditure (TEE)

	Mean ± SD	Range
HR (bpm)		
<i>Full work day</i>	86.7 ± 10.8	61.8 - 102.1
<i>Delivering</i>	96.9 ± 12.4	67.8 - 113.9
<i>Driving</i>	79.5 ± 10.5	58.2 - 96.5
%HR <sub>res</sub>		
<i>Full work day</i>	19.1% ± 5.9%	9.6 - 33.1%
<i>Delivering</i>	29.2% ± 8.3%	14.6 - 46.2%
<i>Driving</i>	12.2% ± 5.2%	6.0 - 27.0%
WM(mlO <sub>2</sub> /kg/min)		
<i>Full work day</i>	7.3 ± 1.8	4.0 - 10.1



Table 6.8 Measured heart rate (HR), percent heart rate reserve (%HR<sub>res</sub>), work metabolism (WM), percent maximum work capacity (%MWC), and total daily energy expenditure (TEE) (cont. and end)

	<b>Mean ± SD</b>	<b>Range</b>
<i>Delivering</i>	10.4 ± 2.6	4.2 - 14.3
<i>Driving</i>	5.0 ± 1.0	3.9 - 7.8
<b>%MWC</b>		
<i>Full work day</i>	19.7% ± 5.4%	11.9 - 28.2%
<i>Delivering</i>	27.8% ± 7.4%	14.9 - 43.9%
<i>Driving</i>	13.7% ± 3.5%	7.0 - 22.0%
TEE (kcal/day)	3098.4 ± 342.8	2597.6 - 3877.5

According to Wu and Wang's (2002) equation, a maximum acceptable work duration at the 19%HR<sub>res</sub> level would be 10.4 h compared with an observed 8 hours mean workday length. At an individual level, 3 out of 19 P&D drivers had a workday that was too long given their mean level of exertion. The MAWT for the "Delivering" task was not exceeded on the basis of the mean value of the observed duration (%HR<sub>res</sub> = 29.2%), but for 4 drivers the duration was too long given the individual level of exertion (Table 6.9).

Table 6.9 Mean real duration and Maximal Working Time (MAWT), according to Wu and Wang, (2001, 2002), for P&D drivers (N=19)

	<b>%HR<sub>res</sub><sup>1</sup></b>	<b>MAWT (hours)<sup>1</sup></b>	<b>Duration (hours)<sup>1</sup></b>	<b>Number of drivers exceeding criteria</b>
Full workday	19.1% ± 5.9%	10.4 ± 3.0	8.0 ± 0.9	3/19
Delivering	29.1% ± 8.3%	3.5 ± 1.8	2.2 ± 0.7	4/19

<sup>1</sup>Mean ± SD

For each driver, an analysis of the heart rate profile showed that the total time at peak heart rate values in excess of 30 bpm over the day mean heart rate was 9.0 min (range 0.0 to 40.9 min). Most of the time, peak heart rate occurred during the delivery of cylinders. On average, it represented 7.9% of the delivery time. One of the participants worked just over one third of delivery time at peak heart rate (mean HR<sub>work</sub> + 30 bpm), whereas two other drivers never had their heart rates peak above that level. Figure 6.4 shows the heart rate profile of one of the drivers with the peaks identified. The profile clearly shows that the workload varied greatly during the day and that

making a delivery was the most demanding task; it was associated with HR peaks that were higher than the morning step test.

Among the heart rate profiles of 10 P&D drivers, a total of 102 peaks were identified (Table 6.10), 86% of these were related to delivering cylinders to customers. This task had the highest mean  $HR_{\text{peak}}$  (124 bpm) ranging from 93 to 150 bpm. When making a delivery, over two thirds of the peaks were related to the manual handling of cylinders. Carrying one cylinder (mean  $HR_{\text{peak}} = 129 \pm 10$  bpm, range: 114 – 145 bpm) or two cylinders at the same time (mean  $HR_{\text{peak}} = 129 \pm 6$  bpm, range: 120 – 150 bpm), were the activities with the highest mean  $HR_{\text{peak}}$ . When handling cylinders, 47 peaks were identified and associated with uncontrollable and unpredictable work environment factors such as an uneven ground or a long handling distance, whereas 36 peaks were linked to doing repetitive activities such as rolling, carrying, lifting (mean  $HR_{\text{peak}} = 126 \pm 7$  bpm, range: 111 – 150 bpm). The highest mean  $HR_{\text{peak}}$  was induced when handling cylinders on the gravel ground (mean  $HR_{\text{peak}} = 127 \pm 5$  bpm, range: 121 – 145 bpm) and using inadequate portable ramp (mean  $HR_{\text{peak}} = 127 \pm 8$  bpm, range: 115 – 145 bpm). Figure 6.5 shows some work situations causing HR peaks observed at customers' sites.

Table 6.10 Tasks, activities and work conditions related to peak loads in 10 P&amp;D drivers

Main tasks related to HR <sub>peak</sub>				Main activities related to HR <sub>peak</sub> , while delivering			Work environment factors related to HR <sub>peak</sub> , while delivering				
	n	Mean ± SD	Range		n	Mean ± SD	Range		n	Mean ± SD	Range
Delivering	88	124 ± 9	93 - 150	Manual handling of cylinders				Long handling distance	22	118 ± 8	93 - 133
Preparing loads	6	121 ± 7	109 - 130	<i>Carrying one cylinder &lt;25kg</i>	5	129 ± 10	114 - 145	Uneven ground	3	126 ± 1	125 - 128
Inspecting the truck	5	119 ± 5	112 - 127	<i>Carrying two cylinders &lt;25kg</i>	12	129 ± 6	120 - 150	Portable ramp	12	127 ± 8	115 - 145
Other	3	113 ± 3	109 - 116	<i>Pushing/pulling cart &gt;50kg</i>	5	126 ± 4	118 - 133	Gravel ground	10	127 ± 5	121 - 145
				<i>Lifting cylinder &gt;25kg</i>	<i>one</i> 6	120 ± 6	111 - 128	Repetitive activities	36	126 ± 7	111 - 150
				<i>Rolling cylinder &gt;50kg</i>	<i>one</i> 20	126 ± 6	116 - 145				
				<i>Rolling cylinders &gt;50kg</i>	<i>two</i> 12	11 ± 9	93 - 129				
				Tie-down ratchet	8	123 ± 6	111 - 133				
				Other activities	8	124 ± 8	111 - 136				
				Not videotaped	11	125 ± 4	117 - 137				

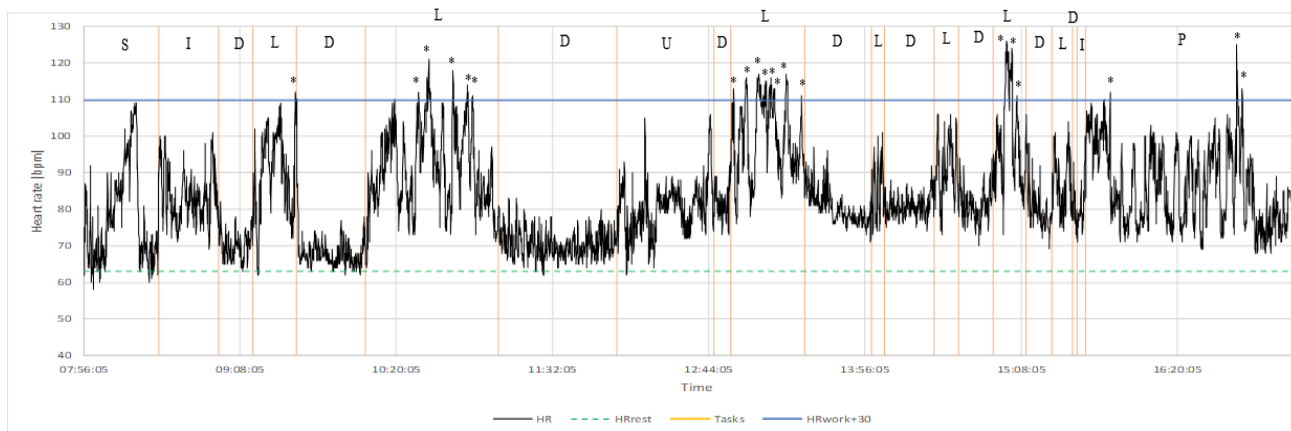


Figure 6.4 Heart rate profile for one of the drivers *S*: step test, *I*: inspecting truck, *D*: driving, *L*: delivering, *P*: preparing loads, *U*: pausing (lunch), \*:  $HR_{\text{peak}}$

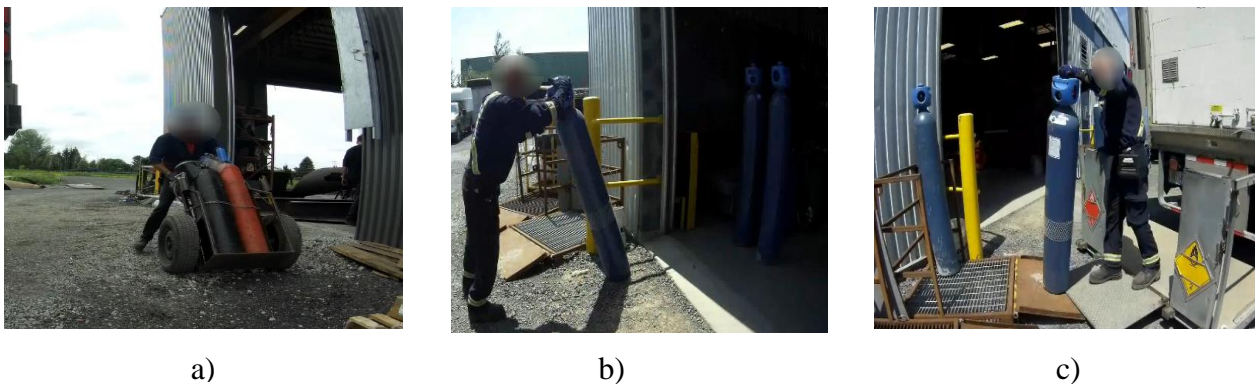


Figure 6.5 Examples of work activities causing peak heart rates. (a) Pushing a heavy cart on a gravel surface, (b) Rolling a cylinder up-slope on gravel, (c) Rolling down a cylinder on a narrow, inclined, uneven path

### 6.3.6 Force application

Results show that a driver opened and closed the rear door of the truck an average 50 times (range: 20 to 121) during his work day (Figure 6.6b). The force required to open a truck's rear door varied from 50 N to 367 N, whereas the force required to close the rear door ranged from 153 to 274 N. When opening the side curtain (Figure 6.6a), the force required to pull and open the tarp ranged from 63 to 702 N, while to close it the force ranged from 63 to 575 N. This activity was performed an average 5 times per work day (range: 0 to 12 times). The forces required to tie down the ratchet

strap, used for restraining gas cylinders to pallets during transportation and storage, were quite high, ranging from 404 to 1168 N. This force is often applied when a driver is in a crouched posture, with the back bent over and with hands below the knees (Figure 6.6c). Video analysis showed that drivers manipulate ratchets an average of 24 times during a work day (range: 6 to 32 times).

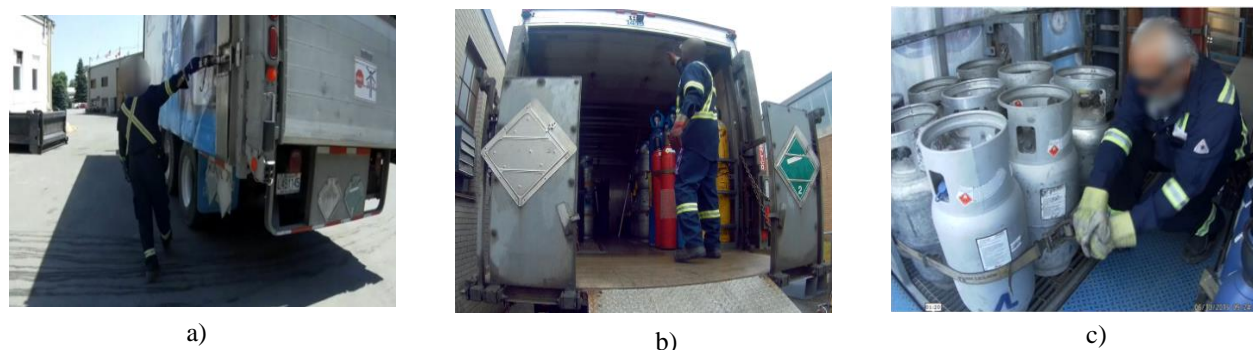


Figure 6.6 Images of drivers while a) Opening the side curtain, b) Closing truck rear door, and c) Handling the ratchet strap

Table 6.11 shows the results of comparisons between the sustained one-handed sideways pulling forces applied by the drivers to open and close the side curtain of the truck and the AdjMAF. A large majority of the measured forces exceeded the AdjMAF when opening and closing the side curtain.

Table 6.11 A comparison of actual mean pulling forces (Actual) by 5 drivers and AdjMAF

Activities	Sustained force (Newtons) <sup>1</sup>		%AF>AdjMAF
	Actual	AdjMAF	
Opening the curtain side	239 (63 - 575)	103 (101 - 104)	85%
Closing the curtain side	358 (63 - 702)	103 (101 - 104)	79%

<sup>1</sup>Mean (range)

Opening and closing the truck's rear door did not exceed the upper limits for vertical pull forces in two handed tasks, as recommended by Chengalur et al. (2004): 529N for pulling down and 313N for pulling up.

### 6.3.7 Perception of physical demands

Results from the questionnaire indicated that 63% of the 59 surveyed P&D drivers rated the physical demands of their work as being high to very high, while another 35% perceived their work

demands as moderate, and only 10% of them rated the overall physical demands as very low to low. Out of the 59 drivers surveyed, 12 participated in the observational study. Seven of them rated their overall physical demands as moderate while the remaining 5 perceived theirs as being high to very high (Figure 6.7).

Figure 6.7 also displays mean BMI according to physical demands category. For drivers from the questionnaire survey, the mean BMI was 2.7 kg/m<sup>2</sup> higher among drivers who reported a high to very high physical demands compared to those who reported moderate demands of work. Mean BMI in the “Moderate” group was 28 kg/m<sup>2</sup>, compared with a 26.8 kg/m<sup>2</sup> in the “Very low to low” group, a mean difference of 1.2 kg/m<sup>2</sup>. Similarly, in the observational study the mean BMI was slightly higher with a mean difference of 1.7 kg/m<sup>2</sup> between the “High to very high” group compared with those who described their physical demands of work as “Moderate”.

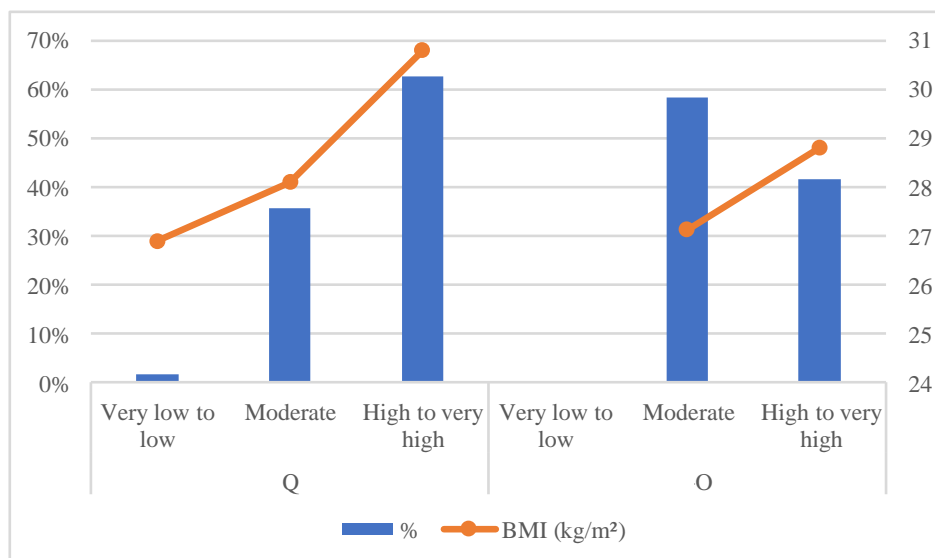


Figure 6.7 Proportions of Q (drivers who participated in the questionnaire study only: N=59) and O (drivers who participated in both the questionnaire and observational study: N=12), assessing the level of physical demands

Ten out of 21 drivers who participated in the observational study made 29 entries in the questionnaire. Most of these entries were related to handling gas cylinders (41%), with almost half of them (24%) linked with upper limb pain, followed by back pain (14%) and neck pain (3%). Among the larger group of 59 drivers surveyed, 43 of them made 97 entries of physical activities

and tasks that they believed explained the MS pain they suffered in different body areas (Figure 6.8). More than half (56%) of identifications were related to the manual handling of cylinders, which was mostly associated with upper limb pain (30%), followed by back and neck pain (16% and 10% respectively). Driving ranked second of the most identified tasks (17.5%) and was mainly related to back pain (8%) and neck pain (7%), followed by doing repetitive movements (13%) that was related to pain in the three body regions with a proportion ranging from 3% to 6%.

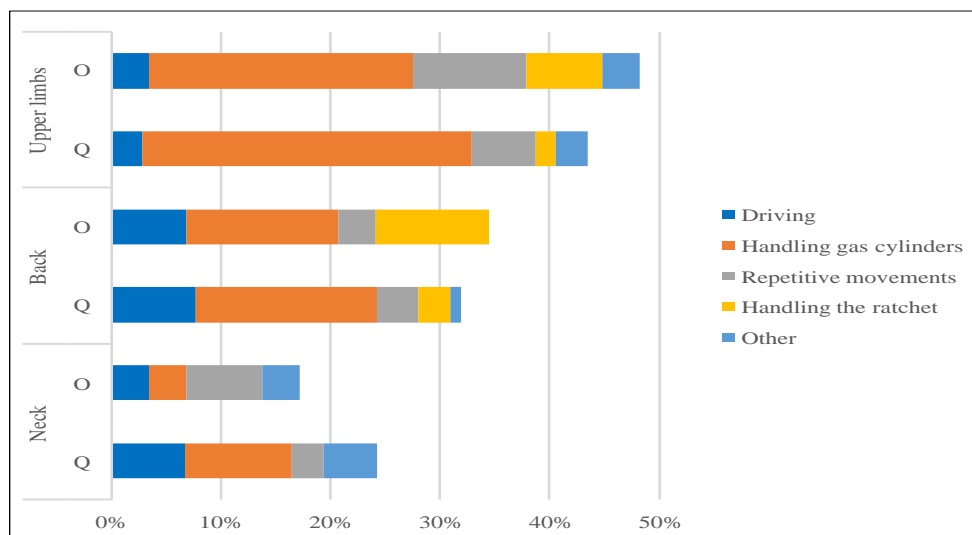


Figure 6.8 Percent of entries made by the drivers who participated in the questionnaire study (Q: 43 drivers made 97 entries) and in the observational study (O: 10 drivers made 29 entries), for physically demanding tasks/activities linked to self-reported MS pain in the neck, back, and upper limbs

## 6.4 Discussion

This study used multiple data sources (i.e., video-based observations, direct measurements and self-assessments) to assess the physical work demands of P&D drivers working for the same company specializing in industrial gas delivery in Canada. Few studies have relied on such an integrated approach known to increase the validity of the study design (Van der Beek et al., 2005). Accordingly, this study reports on several OHS issues of importance among hazardous transportation goods drivers.

### 6.4.1 Physical condition of truck drivers

The findings of the current study showed that the BMI index ranged from 22.2 (normal weight) to 42.9 kg/m<sup>2</sup> (obese class III) and a mean of 28.6 kg/m<sup>2</sup> (overweight) (Table 6.3). The average BMI in this group corresponded to the 50<sup>th</sup> percentile BMI for the 40-59 years old age group of Canadian males (Statistic Canada, 2013). This result is not unique to our study sample; higher mean BMI were found in other studies conducted among truck drivers. In our previous questionnaire study (Sekky et al., 2018), a mean 29.8 kg/m<sup>2</sup> BMI was found in 59 short distance truck drivers. Okunribido et al. (2006) reported a mean BMI of 27.8 kg/m<sup>2</sup> for delivery truck drivers. Data from our study indicated that 74% of truckers were overweight (8 out of 19) or obese (6 out of 19). A lower rate (53.2%) was reported in a survey among Canadian short haul truck drivers (Angeles et al., 2014). Specific unhealthy lifestyle behaviours, such as an unbalanced diet and lack of regular physical activity are associated with an increased risk of being overweight or obesity (Affenito et al., 2012) and is worsened by smoking and alcohol consumption (Apostolopoulou et al., 2010). Holmes, Power, and Walter (1996) showed that fried foods and animal fats were found to be favorite menu selections for truckers on the road. Sekky et al. (2018) indicated that 1 out of 5 short haul truck drivers was a smoker, and over half of drivers surveyed (55%) consumed alcohol more than once a week.

The mean MWC was  $38.3 \pm 8.9$  mlO<sub>2</sub>/kg/min (Table 6.3), which is above the average (35.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min) for the comparable age group of Canadian males (Statistic Canada, 2013). A similar mean MWC (39 mlO<sub>2</sub>/kg/min) was found in a study conducted among 22 lorry drivers (Hedberg, 1985). The mean MWC found in this study was higher than Sekky et al. (2019) who found a mean of 34.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min in 13 long distance gas delivery truck drivers. Their work involved long work hours, almost half of them spent behind the wheel (Sekky et al., 2019). In ad hoc discussions with drivers during the data collection of this study, some of them suggested that the physical activity associated with loading and unloading gas cylinders on a regular basis helped them maintain personal physical fitness and to stay in good overall physical shape. However, a third of the drivers in this study were obese and had a significantly lower MWC than their colleagues that was also much lower (25<sup>th</sup> percentile) than the comparable age group of Canadian male workers. These



drivers may be more at risk of excessive fatigue and musculoskeletal injuries as proposed by Sekkay et al. (2019).

#### 6.4.2 Physical workload assessment

Over the entire work day, the drivers had a mean WM that varied between 4.0 and 10.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min (Table 6.7) (or 1.1 to 2.9 MET). These figures are lower than those reported in the Compendium of physical activities (Ainsworth et al., 2011) for truck drivers. The compendium indicates 6.5 MET for "truck driving, loading and unloading truck, tying down load, standing, walking and carrying heavy loads" which clearly entails more physical activity than the P&D drivers studied here.

In this study, the physiological strain was higher during delivery in comparison to the overall work day (Table 6.8). This is in line with Hedberg (1985), who found that tasks related to loading/unloading the truck at client sites were the most strenuous, that is, performing non-driving tasks, truck drivers worked at or above 40% of their maximum physical work capacity for 49% of their total work hours outside the truck. Also, van der Beek and Frings-Dresen (1995), who conducted a study among 32 male lorry truck drivers, stated that the highest HR was found during loading and unloading. According to Chengalur et al. (2014) and Kamon (1982), the average WM of P&D drivers during the delivery tasks (WM = 10.4 mlO<sub>2</sub>/kg/min) corresponded to heavy mixed arm and leg work (>9.1 – 14.5 mlO<sub>2</sub>/kg/min).

In the present study, handling gas cylinders was associated with peaks of heart rate that varied between 93 and 150 bpm (Table 6.10). Our finding is confirmed by measurements of physical strain in 4 truck drivers, delivering gas cylinders conducted by Westerling, and Kilbom (1981), who found that handling gas cylinders (dragging) was mostly associated with peaks in heart rate up to 160 bpm. In addition, we found that delivering gas cylinders in different work conditions at demanding customer environments (long handling distance, difficult access to the storage area, uneven and gravel ground) and the way in which cylinders are handled (lifted, carried, rolled), produced peak magnitudes of HR response. However, increases in HR might also be linked to the driver's personal work style (e.g. choosing not to use mechanical aids to save time). While Snook and Irvine (1969) have recommended a maximum heart rate of 99 beats/min for arm work, peak

values of HR have been associated with an increased intensity of work causing the level of lactic acid to rise and resulting in skeletal muscle dysfunction through fatigue (Krueger and Hemel 2001). Thus, the frequent peak loads during a work day may lead to the development of excessive fatigue among P&D drivers, especially when they begin their drive to the next client, just after they have been expending a large effort in the loading/unloading of gas cylinders. According to Krueger and Hemel (2001), these drivers are the most vulnerable to physical fatigue, which may also affect their general mental fatigue behind the wheel. This may particularly be the case for the 33% of obese drivers in this study.

- Maximal acceptable working time

The results of the present study indicated that the daily work duration of P&D drivers varied widely (347 min to 585 min) and averaged 8 delivery stops (Table 6.3). The truck driver can determine his own pace of delivery at a particular stop but must be efficient in order to accomplish his day's list of deliveries. P&D drivers spent about 28% of their work time delivering gas cylinders to different customers, and almost half behind the wheel. Similar findings were reported by Van der beek and Frings-Dresen (1995) for four groups of lorry drivers. The fraction of work time spent behind the wheel in this study is considerably higher than what has been reported in other studies for short haul delivery truck drivers. Hedberg, 1985 and Okunribido et al., 2006 for example, reported that the work spent actually driving to be about 30%. This longer proportion behind the wheel may explain why the Compendium of physical activities reports a higher MET value for this group of workers than the one found in this study.

Based on the %HR<sub>res</sub> over the full work day (Table 6.8), the recommended MAWT using Wu and Wang's (2002) equation for long work periods for P&D drivers was 10.4 h, that is, 2.23 h longer than the mean observed working time. Thus, the mean MAWT for the group of P&D participants, according to Wu and Wang (2002), was not exceeded. For a few P&D drivers (3 out of 19) however, the maximum acceptable work duration was exceeded. Those drivers tended to have a higher BMI and a lower MWC (median: 31.1 kg/m<sup>2</sup>; 34.6 mlO<sub>2</sub>/kg/min) than the other drivers, whose workday duration did not exceed the MAWT (median: 27.3 kg/m<sup>2</sup>; 39.2 mlO<sub>2</sub>/kg/min), although the differences were not statically significant. The short duration "Delivering" task was also assessed and the group mean work duration did not exceed the guideline of Wu and Wang

(2001) on the basis the group mean %HR<sub>res</sub> figure. However, four P&D drivers had delivering duration that exceeded the MAWT according to Wu and Wang (2001).

### 6.4.3 Exposure to occupational risk factors

#### 6.4.3.1 Manual handling of gas cylinders

- Upper limb pain

“Manual handling of gas cylinders” and “repetitive movements” were perceived by drivers as the most important factors associated with upper limb pain (Figure 6.8). This is in line with Chen et al. (2017), who found a similar result in a study conducted among Taiwanese gas cylinder handlers. A high proportion of them had reported that their discomfort was completely or partially caused by work, and most of them deemed their discomfort to be the result of gas cylinder handling. Based on our observational data, delivering placed postural stress on the drivers, and the highest frequency (1.7 times/min) of awkward postures were found in upper limbs (Table 6.5). In particular, drivers were observed adopting awkward upper limb postures when rolling one or two cylinders at the same time, with a daily average frequency of 54 and 16 times, respectively, weighing more than 50 kg each (Table 6.6). These work-related exposures including physical work with a heavy load, repetitive movements, and working with hands above shoulders, may make drivers more vulnerable to upper limb injuries. In our previous study, we found that the highest prevalence of MS pain for a larger group of P&D drivers was in their upper limbs (23.3%) and working with their hands above shoulder level was significantly associated with MS pain (Sekky et al., 2018). Chen and Chiang (2012) surveyed four gas cylinder handlers from a large technology company in Taiwan, finding that their tasks, which involved atilt rolling and moving cylinders between the storage area and the supply area, may potentially cause injury to the upper limbs (particularly the wrists). Their study showed that rolling the gas cylinders involved repetitive activity and radial deviation for both wrists, and dorsiflexion on the right wrist.

- Back pain

In this study, P&D drivers reported that handling gas cylinders was the activity most associated with back pain (Figure 6.8). A number of risk factors observed in this study certainly put drivers at risk of developing MS pain in the back, such as lifting, lowering and carrying loads (Bernard and

Putz-Anderson, 1997; Lötters et al., 2003), together with the frequent use of the rolling method for heavy cylinders (Table 6.6). Posture analysis showed that the average frequency of awkward postures in the back was almost as high as for the upper limbs during delivery tasks (Table 6.4). Chowdhury, Boricha, and Yardi (2012) presented an ergonomic assessment of Liquid Petroleum Gas workers in India; their job was comprised of lifting and carrying small cylinders to customers. The study concluded that the handlers often worked in awkward postures, i.e., with their backs bent and twisted, their arms above shoulder level, standing or squatting on both legs with their knees bent, and their load > than 20 kg, with high velocity and repetitiveness. Consequently, their spines were subjected to greater compressive forces according to these authors.

The interpretation of the results using the Snook tables (Snook, 2004) indicated that in 77% of cases, the weight of cylinders lifted (one at a time) by P&D drivers exceeded the acceptable limit (Table 6.6). Ciriello (2003) showed that the high frequency of activities during the shift was the main factor in decreasing acceptable weights. In this study however, the handling frequencies were relatively low, such that the high proportion of MMH activities exceeding the adjusted MAW were primarily due to the excessive weight of the cylinders rather than their handling frequency. A study conducted by Giahi et al. (2014), assessed the manual handling of large gas cylinders by 30 male workers of a casting unit in the steel industry. Results indicated that in most of the cases, the loads exceeded acceptable weights. In this study, small cylinders (waist-hip height and below) weighing less than 25 kg were often carried manually (in one hand) by P&D drivers (Table 6.6). The results of the assessment of carrying one cylinder at a time showed that the weight of almost half of the handled cylinders exceeded the MAW (Table 6.7). A number of studies have shown that the way in which external weights are carried could affect the load carried by the spine (Rohlmann, Graichen and Bergmann, 2000; McGill, Marshall and Andersen, 2013); carrying loads with one hand leads to asymmetric loading. McGill et al. (2013) found that carrying a weight in one hand resulted in substantially more compressive load on the lower back than when the weight was split evenly between both hands. This effect was more pronounced when carrying heavier weights. They highlighted the merit of balancing the loads between two hands. This finding also leads one to conclude that rolling a heavy cylinder results in asymmetrical loading of the spine, and that balancing the load between the hands is difficult to achieve with this handling method.

The 1991 NIOSH Manual Lifting equation has an intercept of 23 kg (51 lb) for the maximum weight to be lifted manually in ideal conditions by a mixed male and female population, whereas Mital et al. (1997) propose a corresponding maximum weight of 27 kg to protect 90% of the male worker population. It could be concluded that P&D drivers are subject to physical overload since the weight of gas cylinders manually lifted at times (ex., Figure 6.3d) does exceed these limits by a large margin. Consequently, P&D drivers are at high risk of suffering from MSDs, especially in the lower back and upper limbs. In addition, characteristics of the loads (ex., poor or lack of handles) as well as characteristics of the client's site where the delivery takes place (ex., obstacles such as platforms, poor ground surfaces, lack of assistance, poor lighting) contribute to increase the risk of MSD pain in the back for P&D drivers.

Most of the lifting/carrying analysis methods for assessing the maximum acceptable weight assume that the worker uses both hands to lift/carry the load. However, observations of P&D drivers showed that their work requires carrying/lifting two cylinders at the same time, with one in each hand. Sometimes, the weight is not the same in each hand. However, no guideline seems to exist for this type of one/two handed load lifting/carrying. Also, there seems to be no guideline for the frequently used rolling method of tall gas cylinders. There is a need for such guidelines as these methods seem to be used widely in this industry.

#### **6.4.3.2 Forceful exertion**

Opening and closing the side curtain of the trailer required the driver to perform sideways pulling with one hand with widely varying force magnitudes (63 N to 702 N) (Table 6.10) exerted at or above shoulder level, which most of the time (79%) exceed the maximum acceptable force (Table 6.10). Lower forces when pulling curtains or tarps that varied between 107 N and 235N and still exceeded strength capabilities for similar activities have been previously reported by Marshall and Wells (2011). These authors also found high loading on the upper extremity and the back during manual un-tarping and tarping due to the asymmetrical high forces required for pulling the slider/curtain. During one handed pulling tasks, the shoulders were perceived as the most stressed according to Garg and Beller (1990). In this study, the forces required to tie-down the ratchet strap used for restraining gas cylinders to pallets for transportation and storage, were of particular interest because of their high magnitude (404 to 1168 N) and the fact that they are typically exerted in an

awkward posture (Figure 6.6c). To our knowledge, no guideline or quantification of what the optimal strap tension should be exists. Fraysse, Milanese, and Thewlis (2016) have conducted the only study that has investigated risk factors associated with tie-down ratchet operations in an automobile transport company, and they reported that the workers are exposed to over-tensioning and mechanical overload at the shoulder and elbow. Such overload to the upper limbs and shoulders certainly contributes to increase the risk of MSD in these body areas.

### **6.4.3.3 Driving**

In this study, driving was also reported by drivers to be associated with pain in the back, upper limbs and neck. Data from our study indicated that driving (43% of TWT) and delivering tasks (28% of TWT) were the main tasks of the daily work of P&D drivers (Table 6.4). When driving, prolonged sitting posture combined with vibrations, pressure and loading of the spinal discs are increased (Hansson et al., 1991). According to Okunribido et al. (2008), the risks associated with vibrations and posture during driving can be aggravated when manual handling is also carried out. According to Hansson et al. (1991), a combination of tired muscles due to exposure to vibrations and compressed discs make the spinal column more vulnerable to injury when loads have to be handled directly after driving, which describes fairly well the work of P&D drivers in this study. This is particularly the case considering the highly degraded state of roads in many areas of Canada. Truck drivers who frequently perform manual load handling are particularly vulnerable to pain and muscle injuries due to interactions between whole-body vibration (WBV), prolonged sitting and physical job demands (Kaila-Kangas et al., 2011; Kuiper et al., 1999; Olson et al., 2009). In their cross-sectional study, Okunribido et al. (2006) also pointed out that low back pain was significantly associated with the combination of body posture, whole-body vibration, and manual handling activities. A similar association was also documented by Bovenzi et al. (2006) between manual handling of loads, frequent trunk bending and twisting, exposure to WBV, and low back pain.

The observations in this study indicate that P&D drivers were exposed to a combination of risk factors that have been associated with MS pain in the literature (i.e., prolonged sitting posture while driving, manual handling of gas cylinders, WBV, strenuous activities, awkward postures with forceful exertion following driving). P&D drivers' daily exposure to physical risk factors is highly

coherent with the strong associations between MS pain and physical risk factors related to WBV and working with hands above the shoulders, reported for this group by (Sekkay et al., 2018).

#### **6.4.3.4 P&D drivers vs Bulk drivers**

Since this study used a very similar methodology as the one by Sekkay et al. (2019), which assessed the physical demands of 13 long distance gas delivery truck drivers (Bulk drivers) working for the same company, it is worth comparing the results of the two groups of drivers (P&D and Bulk). A comparison between P&D driver and Bulk drivers regarding the individual characteristics showed that both subgroups had almost the same mean age (48.8 years), and that P&D drivers had slightly lower BMI and higher MWC (mean: 28.6 kg/m<sup>2</sup>; 38.3 mlO<sub>2</sub>/kg/min) than Bulk drivers (mean: 29.6 kg/m<sup>2</sup>; 34.1 mlO<sub>2</sub>/kg/min), although differences were not statistically significant. Regarding the composition of the workday, the current study on P&D drivers found statistically significantly lower daily work duration (TWT), driving time and non work-related tasks durations than did Sekkay et al. (2019) for Bulk drivers, with means of 8.0h vs 11.4h, 3.0h vs 5.5h and 0.5h vs 1.1h, respectively. However, the mean duration spent delivering was very similar. Bulk drivers seemed to have a lower physical workload over the work shift, as well as for the delivery tasks, as shown by lower mean HR, %HR<sub>res</sub>, WM, and %WMC compared with P&D drivers, although differences were not statistically significant except for WM. However, the Bulk drivers' workday was too long from a cardiac strain point of view which represented an increased risk of excessive fatigue. Observations and self-reports showed that both P&D and Bulk drivers were exposed to a combination of risk factors that have been associated in the literature with MS pain in the back, upper limbs and neck. The common risk factors experienced by both groups were forceful exertion and strenuous work outside the cabin, combined with prolonged sitting and WBV while driving. However, there were important differences between both groups in terms of risk factors exposures. For instance, the forceful exertions were more frequent in the P&D drivers' work and quite different (e.g., gas cylinder lifting, carrying, rolling) from those of Bulk drivers (e.g., valve operation and heavy hose handling). Also, Bulk drivers were exposed to prolonged static standing while supervising the gas transfer, that is, a physical demand that does not exist in the work of P&D drivers. Exposures to work-related risk factors were different in the driver subgroups which likely explains the different associations observed with MS pain outcomes in our previous questionnaire-

based study (Sekky et al., 2018) between P&D and Bulk drivers. Psychosocial (High effort-reward imbalance) and lifestyle (alcohol consumption, low sleeping hours) risk factors were the predominant risk factors identified for the Bulk driver group, whereas physical risk factors (whole-body vibration, working with hands above shoulder level) were the predominant risk factors for the P&D driver group. As in our studies, a comparative study by Friswell and Williamson (2013) strongly suggested that the experience of fatigue at work was as common for short haul light truck drivers as for long-distance heavy truck drivers, but both groups highlighted different work-related contributors.

#### **6.4.4 Limitations of the study**

One of the limitations in this study is that the sample size may seem rather small; this limitation makes it difficult to draw definite conclusions. In addition, there is the possibility of selection bias of the participants. From a targeted group of nearly 125 P&D drivers, about half answered the questionnaire (N=60), about 17% volunteered for technical measurements and observation (N=21), 19 provided usable data. However, the group of truck drivers who participated in our previous study (Sekky et al., 2018) and the one in the current study work for the same company and belong to the same work division with the same work characteristics. As a matter of fact, 12 drivers were the same in both studies. The mean values of the main characteristics regarding age, weight, height, and BMI (Table 6.12) were comparable in both groups, with wider ranges in the larger questionnaire sample. No statistically significant difference was found between both groups. On the other hand, due to the specific characteristics of gas cylinders, in terms of their sizes and shapes, great care should be used when applying the results presented here to other driver groups or industries. Even if two groups of drivers (P&D and Bulk) work for the same company and share common work-related risk factors (ex., forceful exertions, manual materials handling, driving), the work characteristics that cause them can be quite different.



Table 6.12 Comparison of the main characteristics between the two groups of P&amp;D drivers

	<b>Observational study</b>		<b>Questionnaire study (Sekky et al., 2018)</b>	
	N=21		N=60	
Age (years)	47.3 ± 6.9	27.0 - 56.0	46.0 ± 9.0	27.0 - 66.0
Weight (kg)	86.7 ± 16.4	68.0 - 131.5	92.0 ± 19.0	63.5 - 163.3
Stature (m)	1.74 ± 0.06	1.62 - 1.85	1.7 ± 0.1	1.5 - 2.1
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.7 ± 5.4	22.2 - 42.9	29.8 ± 6.1	17.8 - 45.3

Mean ± sd (min – max)

The other limit of this study worth mentioning is similar to that indicated in Sekky et al. (2019) and pertains to the fact that the exposures measured during one day of observation may not represent reliably the exposures over a longer period such as one month or a year. The reader is referred to Sekky et al. (2019) for a thorough discussion of this limit, but the take away message would be that a number of authors suggest that the strategy used in this study, where questionnaires, observational methods and direct measurement techniques are combined, may be the most appropriate given the current state of knowledge about work-related physical risk factors and workload (Stock et al., 2005; Barrero et al., 2009; Jacobs et al., 2017).

Despite the drawbacks identified, a clear picture of the workload and exposure to physical risk factors for MSDs in the work of the P&D drivers studied is provided than had previously been made available. The study was not designed to establish an association between the observed risk factors and MS outcomes, but the identified exposures do suggest some promising control strategies. Reducing the physical risk factors for work-related MSDs in the work of P&D will require the company to act, beginning with the use of adequate tools that provide better information on environments in which drivers work daily and the tools and methods to be used so as to minimize risk of over exertion. This may be challenging in a context such as gas cylinder delivery, since the work environments and work conditions vary greatly from client to the other. However, to reduce the exposures for P&D drivers, the company and the clients should collaborate to improve work conditions at the delivery sites by ensuring an adequate unloading area and easy access to storage areas, by providing drivers with assistive devices that are efficient and effective in all weather conditions (ex., gravel ground, snow covered ground in winter), especially portable ramps that are easy to handle to facilitate the unloading of gas cylinders. Standardization of delivery sites layout and equipment would certainly contribute to reduce the risk associated with MMH.

## **6.5 Conclusion**

The workload and exposure to MSD physical risk factors in the work of short distance truck drivers delivering gas cylinders (P&D drivers) were assessed using questionnaire assessment, observational methods, and direct measurement techniques. P&D drivers spent slightly less than 50% of their total work time driving, and 28% delivering gas cylinders. The overall work was not found to be physically demanding from an energy expenditure point of view, however peak heart rates indicating strenuous work situations when handling gas cylinders were found. Furthermore, awkward postures were often adopted during manual handling activities (lifting, lowering, carrying, rolling atilt, and pulling), which in most situations were found to be unsafe according to current guidelines on MMH. Finally, our findings support the strong association between MS pain and physical risk factors reported by this group of workers in a previous study (Sekky et al., 2018).

### **Acknowledgments**

The authors wish to thank all the truck drivers who took the time to participate in this study and the managers and supervisors for their involvement, and authorization to collect data. We are also very appreciative of the collaboration between our industrial partner, Mitacs, Polytechnique Montreal, and University of Montreal that made this study possible.

The authors also wish to acknowledge the contribution of Andres Felipe Gonzalez Cortes and Claudia Gordillo with data collection and preparation.

Funding: This work was supported jointly by a research sponsorship from our industrial partner; Mitacs Accelerate program (IT06366); funds provided by the Mathematics and Industrial Engineering Department of Polytechnique Montreal and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) (RGPIN-2017-05629).

## CHAPITRE 7 DISCUSSION GÉNÉRALE

L'objectif de la première étude (chapitre 4) de cette thèse était de tracer le portrait de la santé musculosquelettique à partir des déclarations de douleurs auto rapportées par deux sous-groupes de conducteurs de poids lourds transportant des gaz industriels en vrac (camionneurs Vrac) ou en bouteilles (camionneurs C&L), ainsi que d'étudier les liens entre les douleurs musculosquelettiques et les facteurs de risque individuels, physiques et psychosociaux auto perçus. Les chapitres 5 et 6 ont concerné respectivement les camionneurs Vrac et C&L. L'objectif principal de ces deux études était d'évaluer les exigences physiques liées au travail et d'identifier les tâches et les activités les plus exigeantes sur le plan physiologique. Les résultats de ces trois études seront passés en revue et discutés dans la première partie de ce chapitre. Dans la deuxième partie, les limites et les portées de travail de recherche seront présentées, ainsi que les perspectives de recherche que soulève cette thèse.

Globalement, les résultats de cette thèse et les conclusions qui en découlent permettent de documenter et de fournir des informations qualitatives et quantitatives concernant la réalité du travail et les expositions physiques importantes pour la santé musculosquelettique chez deux types de camionneurs canadiens transportant des matières dangereuses. De plus, nos résultats permettent d'étayer les différences entre deux sous-groupes camionneurs en termes d'exigences de travail. Ces différences documentées permettent d'appuyer la nécessité de considérer des sous-groupes homogènes de travail dans des études ergonomiques. La mise en commun de tous les participants pourrait conduire à supposer par erreur que des associations s'appliquaient à l'ensemble des participants, alors qu'elles pourraient être propres à un sous-groupe seulement. À notre connaissance, notre travail de recherche est le premier à rapporter des données spécifiques liées au travail de deux sous-groupes de camionneurs, différenciés en fonction d'une caractéristique d'exposition remarquable (conduite sur de courtes et de longues distances), travaillant tous pour le même employeur.

## **7.1 Prévalence des douleurs musculosquelettiques**

Les résultats présentés dans le chapitre 4, permettent de constater que deux camionneurs sur cinq ont ressenti des douleurs MS qu'ils pensaient être partiellement ou totalement liées à leur travail au cours de la période de 12 mois précédant l'étude dans au moins une zone du corps (43.1 %). Un camionneurs sur cinq a déclaré une douleur au bas du dos (21.1 %) et à l'épaule (20.3 %) au cours de la même période, tandis qu'un sur sept a déclaré une douleur au cou (14.6 %). En comparaison avec la population active de travailleurs masculins au Québec (Vézina et al., 2011), les camionneurs participant dans cette étude présentaient une prévalence des douleurs MS de trois à quatre fois supérieure à celle de la population de référence : dos (22 % vs 8 %), membres supérieurs (29.3 % vs 8 %), cou (14.6 % vs 4 %) et membres inférieurs (17.1 % vs 4 %). Bien que les chiffres liés à la prévalence des douleurs MS chez les conducteurs de camion étudiés ici soient supérieurs à ceux de la population de travailleurs québécois, ils étaient bien inférieurs à ceux rapportés dans d'autres études sur les camionneurs. Par exemple, 57 % des camionneurs en vrac participant à cette étude ont signalé une douleur MS dans n'importe quelle zone du corps au cours des 12 derniers mois, tandis que Robb et Mansfield (2007) ont signalé une prévalence correspondante à 80 %. Pour les douleurs lombaires, la prévalence était de 33 % chez les camionneurs en vrac, tandis que les chiffres allaient de 45 % (Van der Beek et al., 1993) à 79 % (Ramroop et al., 2006). Les résultats de cette étude ont permis de relever que la prévalence des douleurs MS était significativement plus élevée chez les camionneurs Vrac, en comparaison avec les camionneurs C&L, et que chaque division de camionneurs possède son propre profil de risque associé à la prévalence des douleurs MS.

## **7.2 Prévalence des facteurs de risque et leur association aux TMS**

Dans le chapitre 4, l'étude transversale basée sur l'administration d'un questionnaire a également permis de documenter les associations entre les douleurs MS et les facteurs de risque. Les facteurs individuels tels que l'âge, les années d'expérience et le revenu annuel familial étaient statistiquement différents entre les camionneurs en vrac et les camionneurs C&L. L'âge a été signalé comme facteur de risque associé aux douleurs MS par Cassou et al. (2002). Van der Beek et al. (1993) ont mené une étude transversale auprès des chauffeurs routiers et ont démontré un lien

similaire entre l'âge et les douleurs MS, au dos, au cou et aux membres supérieurs et inférieurs, qui ne cessaient d'augmenter avec l'âge. Goon et al. (2010) ont rapporté également que l'incidence de la lombalgie chez les conducteurs de poids lourds est significativement associée à l'âge. Dans cette étude, bien que les camionneurs Vrac soient significativement plus âgés et que la prévalence des douleurs MS soit plus élevée dans la plupart des régions du corps que les camionneurs du groupe C&L, aucune association avec l'âge n'a été trouvée. Pinar et al. (2013) ont mis en évidence une relation significative entre les symptômes MS et le nombre d'années d'expérience chez les cols bleus. Les modèles univariés de la présente étude ont montré que les années de travail constituaient un facteur de risque indépendant de douleur à l'épaule, mais que cet effet disparaissait dans les modèles multivariés.

Des facteurs de risque psychosociaux (déséquilibre effort-récompense élevé) et de style de vie (consommation d'alcool, heures de sommeil réduites) ont été identifiés pour le groupe des camionneurs Vrac, alors que des facteurs de risque physiques (vibrations au corps entier, travail au-dessus de l'épaule) étaient les facteurs de risque prédominants pour le groupe de camionneurs C&L. Les expositions aux facteurs de risque physiques et psychosociaux étaient différentes dans les sous-groupes de camionneurs de cette étude, ce qui explique probablement les différentes associations observées avec les douleurs MS (Hanowski et al., 2000 ; Olson et al., 2009). Cette étude montre l'importance d'analyser les sous-groupes de camionneurs séparément, car la mise en commun de tous les camionneurs aurait conduit à supposer par erreur que des associations s'appliquaient à la population de camionneurs dans son ensemble quand elles étaient propres à un sous-groupe, ou elles auraient été omises (Messing et al., 2009).

### **7.3 Analyse ergonomique liée à l'activité du travail**

Les chapitres 5 et 6 portent sur l'analyse ergonomique liée à l'activité du travail respectivement des camionneurs Vrac et C&L. Après cette analyse, nous avons pu constater que ces conducteurs sont exposés à des situations de travail qui sont exigeantes physiquement ainsi qu'à des facteurs de risque connus des TMS, lesquels sont typiques à la nature de travail des deux groupes de camionneurs.

En ce qui concerne la composition de la journée de travail, les résultats du chapitre 5 révèlent que la durée totale de travail, de conduite et des tâches non liées au travail étaient significativement supérieures à celles trouvées dans le chapitre 6 pour les camionneurs C&L, avec une moyenne de 11.4 h vs 8.0 h, 5.5 h vs 3.0 h et 1.1 h vs 0.5 h respectivement. Cependant, les durées moyennes de livraison sur un quart de travail étaient presque similaires pour les deux groupes de camionneurs. Les principaux résultats des deux chapitres 5 et 6 indiquent également que la tâche la plus exigeante physiquement était liée à la livraison, et ceci pour les deux divisions de camionneurs. Beek et Frings-Dresen (1995) ont trouvé des résultats similaires parmi 32 conducteurs de poids lourds, en soulignant que le chargement et le déchargement de la marchandise était la tâche la plus physiquement exigeante, en particulier pour les camionneurs âgés.

Les principaux résultats du chapitre 5 nous indiquent que les chauffeurs Vrac participant à cette étude ont une durée totale de travail qui variait entre 6 et 15 heures, avec une moyenne de 11.4 heures. En moyenne, la journée de travail est trop longue compte tenu du coût cardiaque relatif (CCR) moyen à déployer tout au long de la journée. Le risque de fatigue excessive est donc bien réel chez les chauffeurs Vrac. Une exposition plus longue aux exigences physiques limite les temps de repos et de récupération et conduit à une activité du système nerveux sympathique, à une augmentation de la tension artérielle et du rythme cardiaque ainsi qu'à une fatigue excessive (Jang et al., 2015). Ce dernier facteur a été associé au développement des TMS (Bos et al., 2004), ce qui est cohérent avec la prévalence élevée de douleur MS (57.1 % au cours des 12 derniers mois) déclarée par ce groupe de camionneurs dans le chapitre 4. Les longues heures de travail peuvent être considérées comme un facteur de stress sur le lieu de travail pouvant avoir un impact négatif important sur l'état de santé (Sparks et al., 2007). Dans leur étude transversale, Williamson et Friswell (2013) ont indiqué que les chauffeurs de poids lourds australiens travaillaient en moyenne un nombre d'heures avoisinant la limite légale fixée (maximum d'heures travaillées par semaine = 72 heures), et que plus de 25 % des participants travaillaient plus que ce qui est légalement autorisé. En plus d'assumer la conduite des véhicules, les chauffeurs vrac sont impliqués dans d'autres tâches/activités susceptibles d'accroître le risque de TMS. Par exemple, la manipulation de valves et de boyaux nécessite une application de force élevée menant à des pointes de fréquence cardiaque. Selon l'INRS (2014), travailler à une fréquence cardiaque aussi élevée induit une fatigue excessive. Après une longue période de conduite, la force lombaire, affaiblie à cause des vibrations, entraîne

une fatigue musculaire selon Hansson et al. (1991), ce qui, combiné à des efforts physiques importants, tels que des tâches de manutention immédiatement après la conduite, augmente les risques de blessures de la colonne vertébrale. Une application de force élevée, seule ou associée à des postures contraignantes juste après la conduite, augmente le risque de blessures MS chez les conducteurs professionnels (Okunribido et al., 2008 ; Awang Lukman et al., 2017). De plus, pendant le processus de déchargement sur le site du client, une fois le transfert de gaz commencé, les chauffeurs se tiennent généralement debout pendant des périodes prolongées pour superviser le déchargement. L'évaluation de la charge de travail physique au cours de la journée de travail n'a montré aucune différence significative entre les saisons (hiver/été), mais une augmentation de près de 45% de la dépense énergétique a été observée dans un environnement froid (11 vs 6,6 mlO<sub>2</sub>/kg/min). L'effet significatif de la saison sur la charge de travail énergétique persiste même en considérant les covariables (âge, IMC, VO<sub>2max</sub>, FC<sub>repos</sub>). Burstein et al. (1996) ont rapporté un résultat similaire dans une étude menée auprès d'un groupe de soldats exposés à une combinaison d'efforts physiques intenses réalisés dans un environnement froid, et des périodes d'activité minimale; un coût énergétique plus élevé des manœuvres militaires a été mesuré en hiver.

Pour les camionneurs C&L, la livraison de bouteilles de gaz implique la manipulation des bouteilles (pleines ou vides), l'arrimage des bouteilles, l'accès aux quais et au lieu de stockage et la gestion de quelques démarches administratives avec les clients. Selon Chengalur et al. (2014), la livraison des bouteilles de gaz est considérée comme « un travail lourd », avec un coût cardiaque relatif (CCR) moyen de 29.2 %, soit une augmentation de près de 50 % par rapport à la moyenne de 19.1 % pour la journée de travail. Dans cette étude, la manipulation des bouteilles de gaz a été associée à des pointes de fréquence cardiaque variant entre 93 et 150 battements par minute, qui reflètent la nécessité de déployer un effort important lors de conditions critiques de manutention de charges. Ce même résultat a été rapporté par Westerling et Kilbom (1981), qui ont souligné que la manipulation des bouteilles de gaz (traîner) a été principalement associée à des valeurs maximales de la fréquence cardiaque allant jusqu'à 160 bpm. Dans notre étude, les pointes sont certainement associées au poids important des bouteilles de gaz, mais aussi aux conditions de l'environnement chez le client (distance de manipulation importante, accès difficile à la zone de stockage, sol inégal). Nous avons constaté que la majorité des camionneurs de cette division associent cette tâche à leurs douleurs d'origines MS au niveau du dos, du cou et des membres

supérieurs. Chen et al. (2017) ont également trouvé un résultat similaire dans une étude menée auprès des opérateurs de bouteilles de gaz taiwanais. Une forte proportion des opérateurs interrogés quant aux activités de travail qu'ils associent à leurs douleurs MS a indiqué que ces douleurs étaient en lien avec la manipulation de bouteilles de gaz. Nous avons également rapporté dans le chapitre 6 que les camionneurs adoptaient des postures contraignantes pour les membres supérieurs lorsqu'ils roulaient un ou deux cylindres à la fois, pesant plus de 50 kg chacun, avec une fréquence moyenne quotidienne de 54 et 16 fois. Ces expositions liées au travail, y compris le travail physique avec une charge lourde, des mouvements répétitifs et le travail avec les mains au-dessus des épaules, peuvent rendre les camionneurs C&L plus vulnérables aux blessures des membres supérieurs.

Globalement, les résultats présentés dans les chapitres 5 et 6 permettent de constater que les camionneurs C&L et Vrac sont exposés à une combinaison de facteurs de risque associés à la douleur d'origine MS au niveau du dos, des membres supérieurs et du cou. Les facteurs de risque communs pour les deux groupes étaient liés à l'application de force et au travail exigeant à effectuer en dehors de la cabine, associés à une position assise prolongée et aux vibrations transmises au corps lors de la conduite. Cependant, il existait des différences importantes entre les deux groupes en termes d'exposition aux facteurs de risque. Par exemple, les applications de forces trop élevées étaient plus fréquentes dans le travail des camionneurs C&L (par exemple : levage, transport, roulement de bouteilles de gaz) de ceux des camionneurs Vrac (par exemple : manipulations de valves et de boyaux). En outre, les chauffeurs de Vrac doivent demeurer debout pendant des périodes prolongées pendant la supervision du transfert de gaz. Les expositions aux facteurs de risque liés au travail étaient différentes dans les deux groupes de camionneurs, ce qui explique probablement les différences retrouvées du côté des associations des facteurs de risque auto rapportés avec les douleurs MS dans le chapitre 4. Les facteurs de risque psychosociaux (déséquilibre effort-récompense élevé) et de style de vie (consommation d'alcool, heures de sommeil réduites) étaient les facteurs de risque prédominants identifiés pour le groupe des camionneurs en vrac, alors que les facteurs de risque physiques (vibrations transmises au corps entier, travail avec les mains au-dessus des épaules) étaient les facteurs de risque prédominants pour le groupe de camionneurs C&L. Comme dans nos études, une étude comparative de Williamson et Friswell (2013) a fortement suggéré que l'expérience de la fatigue au travail était aussi fréquente chez les camionneurs de courte distance que chez les conducteurs de poids lourds



sur de longues distances, mais les deux groupes ont mis en évidence différents facteurs contributeurs liés au travail.

## **7.4 Limites et portées de la thèse**

La méthodologie choisie dans le cadre de cette thèse afin de répondre à l'objectif principal et aux différents objectifs spécifiques présente quelques limites qui méritent d'être mentionnées. Premièrement, la taille de l'échantillon considérée dans cette thèse rend difficile la tâche de tirer des conclusions définitives, puisqu'il existe toujours une possibilité de biais de sélection. Sur un groupe ciblé de près de 249 chauffeurs, environ la moitié ont répondu au questionnaire (N = 130), 16 % se sont portés volontaires pour participer aux observations et aux mesures techniques (N = 39) et 12.5 % ont fourni des données utilisables (N = 31). Deuxièmement, il y a l'utilisation de symptômes autodéclarés liés aux douleurs MS au lieu d'un diagnostic clinique. La caractérisation précise des TMS nécessite un examen médical et un diagnostic (Hamberg van Reenen et al., 2008). Cependant, des approches simples telles que des questionnaires d'auto-évaluation remplis par les travailleurs sont souvent utilisées pour détecter la présence des symptômes MS (Dantas et de Lima, 2015). L'outil le plus connu à cette fin est probablement le questionnaire nordique (Kuorinka et al., 1987) que nous avons également utilisé. L'utilisation du questionnaire nordique a été validée par d'autres chercheurs (Andersson et al., 1987 ; Ohlsson et al., 1994) et il a été largement utilisé pour décrire la présence de symptômes MS dans divers groupes de travailleurs. En outre, Descatha et al. (2007) ont démontré une bonne concordance entre les résultats obtenus par le questionnaire nordique et ceux obtenus par un examen clinique. De plus, Mehlum et al. (2009) ont démontré la validité de la perception qu'avaient les travailleurs du lien entre leurs symptômes de douleurs d'origine MS autodéclarés et leurs relations au travail dans une étude comparant leur perception aux évaluations effectuées par des experts médicaux. L'utilisation du questionnaire nordique dans ce travail de recherche nous a permis de comparer la prévalence des douleurs MS des camionneurs par rapport à la population des travailleurs de sexe masculin au Québec (tous métiers confondus) de l'EQCOTESST (Institut de la statistique du Québec, 2001 ; Vézina et al., 2011). Troisièmement, les expositions mesurées au cours d'une journée d'observation et de mesure peuvent ne pas représenter de manière fiable les expositions sur une période plus longue. L'inconvénient des études d'observation est qu'elles sont généralement exigeantes en ressources et coûteuses à

réaliser, car elles visent à analyser de manière détaillée des postures, des efforts de force et des activités au cours d'une journée ou d'une semaine complète de travail. C'est particulièrement le cas lorsque le travail implique des environnements de travail qui varient (Juul-Kristensen et al., 2001). Une stratégie dans de tels cas consiste à utiliser une approche par échantillonnage du travail, mais là encore, la représentativité des expositions pour la journée, la semaine ou le mois de travail tout entier peut être très limitée, en particulier dans des situations où les conditions de travail varient au cours de la journée (différents milieux de travail chez les clients) ou au cours de l'année (par exemple, conditions estivales ou hivernales) (Jacobs et al., 2017 ; Stock et al., 2005). Dans ce travail, la fréquence cardiaque est considérée comme la mesure complète de la charge de travail, car elle est collectée tout au long de la journée de travail. Toutefois, cette mesure ne nous renseigne pas sur des facteurs de risque physiques des TMS, mais nous informe sur la présence de la fatigue excessive, qui peut être liée à ces dernières. Bien que les observations et les mesures directes soient spécifiques, les questionnaires fournissent des évaluations plus complètes de l'environnement de travail (Barrero et al., 2009). Étant donné qu'aucun instrument ne peut mesurer simultanément toutes les dimensions pertinentes de la demande physique liée au travail, Stock et al. (2005) suggèrent qu'une stratégie combinant des questionnaires avec différentes méthodes d'observation et des techniques de mesure directes, comme dans cette thèse, pourrait être l'approche la plus appropriée. Finalement, les observations et les mesures réalisées au cours de cette étude exploratoire confirment la présence de risques pour les TMS pour l'ensemble de travail, mais n'expliquent pas le profil statistique des associations qui peut être dressé.

Malgré ces limites, les principaux résultats présentés dans cette thèse (Tableau 7.1) permettent de situer la santé musculosquelettique des conducteurs de poids lourds transportant des gaz industriels et de contribuer à l'identification des éléments causant des situations de travail à risque pour la santé MS afin de les prévenir par une transformation des moyens de travail. Sur un plan pratique, ces résultats pourront être intégrés au contenu des formations pour une sensibilisation plus efficace et pour mieux cibler les activités de formation et de prévention à tenir. Les trois études présentées dans les chapitres 4, 5 et 6 permettent de dresser une image cohérente et complète du travail des camionneurs. Une autre avancée scientifique qu'apporte cette recherche est celle de l'élaboration d'un cadre de référence pour ce type de travail du secteur du TMD. Nos résultats pourraient constituer une base de connaissance à la disposition de la communauté scientifique, laquelle

pourrait être réinvestie dans d'autres recherches pour approfondir la compréhension de la réalité de travail et pour une meilleure prévention des TMS, chez les camionneurs Vrac et C&L. Sur le plan méthodologique, notre démarche qui repose sur le modèle mixte de collecte des données (observations, mesures directes et auto-évaluations), souligne l'importance de différentes sources de données dans le cadre d'une étude ergonomique afin de prévenir les TMS. Nos résultats font clairement ressortir l'aspect essentiel et pertinent de la complémentarité entre les méthodes de collecte des données. L'administration des questionnaires a permis de tracer le portrait de la santé musculosquelettique des camionneurs, situer ces camionneurs par rapport à une population de référence (population des travailleurs hommes québécois), et d'ouvrir l'univers des principaux facteurs de risque mis en jeu. Les observations ont permis de décrire les différentes tâches de travail, les facteurs de risques et les déterminants visibles. Enfin les mesures directes ont permis de compléter l'information concernant d'autres déterminants non visibles.

Les résultats de l'analyse ergonomique de l'activité de travail des deux types de camionneurs (Vrac et C&L) ont permis de répertorier des éléments de la situation de travail ou les déterminants qui ont contribué à la présence des facteurs de risque. Pour les camionneurs Vrac, cinq grands types de déterminants influencent l'activité de travail et conditionnent les contraintes physiques et psychosociales auxquels ils sont soumis. L'organisation temporelle est caractérisée par des horaires irréguliers et de longues journées de travail, ainsi que de longues périodes de conduite, ce qui implique des expositions à des postures statiques prolongées combinées aux vibrations transmises à l'ensemble du corps. L'aménagement spatial est également une source de risque. Chez les clients, les caractéristiques physiques des poignées de vanne tels que la hauteur, l'orientation et l'accessibilité ont un impact sur les postures adoptées. Les postures contraignantes lors de la gestion des documents administratives peuvent être liées à l'aménagement intérieur de la cabine. La troisième catégorie de déterminants porte sur les outils/équipements utilisés. La manipulation des poignées est associée à une astreinte physiologique importante et à des efforts excessifs, ce qui peut être lié à la conception et à l'entretien des poignées. Une autre catégorie de déterminants touche l'environnement physique principalement le travail au froid. Selon nos résultats, la tâche de livraison est plus exigeante physiquement durant l'hiver. Une dernière catégorie de déterminants concerne les relations professionnelles notamment l'isolement et la solitude au travail.

En ce qui concerne les camionneurs C&L trois principales catégories de déterminants peuvent être définies. La première catégorie touche les contenants. Les caractéristiques physiques des bouteilles telles que le poids, la taille, et la prise, influencent la méthode de manutention (rouler, transporter, tirer/pousser, lever, déposer), la taille de la bouteille a également un impact sur les postures adoptées. La deuxième catégorie touche l'aménagement spatial. Chez les clients, l'accès difficile à la zone de stockage, l'aménagement inadéquat des quais de chargement/déchargement sont liés à une charge excessive de travail. Les postures contraignantes lors de la gestion des documents administratives peuvent être liées à l'aménagement intérieur de la cabine. Une autre catégorie de déterminants porte sur l'environnement physique de travail. L'environnement de travail encombré, le sol de gravier et la présence des marches sont des facteurs qui influencent la manutention manuelle des bouteilles.

En se basant sur les différents déterminants identifiés, nous suggérons des contrôles techniques qui pourraient contribuer à réduire les expositions aux facteurs de risques, à commencer par l'utilisation d'outils adéquats fournissant une meilleure information sur les environnements dans lesquels les camionneurs travaillent quotidiennement et sur les outils et méthodes à utiliser de manière appropriée afin de minimiser les risques d'effort excessif. Cela peut être difficile dans un contexte tel que la livraison de gaz en bouteilles ou en vrac, car les environnements de travail et les conditions de travail varient considérablement d'un client à l'autre. Toutefois, afin de réduire les risques, l'entreprise et les clients doivent collaborer pour améliorer les conditions de travail sur les quais de livraison en assurant une zone de déchargement adéquate et un accès facile aux zones de stockage, en fournissant aux camionneurs des dispositifs d'assistance efficaces dans différentes conditions météorologiques (p. ex., sol de gravier, sol enneigé en hiver), en particulier des rampes amovibles faciles à manipuler pour faciliter le déchargement des bouteilles de gaz pour les camionneurs C&L, en revoyant la conception des poignées de vannes ou en les remplaçant par des dispositifs plus appropriés pour réguler le flux de gaz pour les camionneurs Vrac. La normalisation de la disposition des équipements sur les sites de livraison contribuerait certainement à réduire les risques associés aux douleurs MS.

Tableau 7.1 Récapitulatif des principaux résultats par étude

	<b>Étude 1 Sekkay et al. (2018)</b>	<b>Étude 2 Sekkay et al. (2019a)</b>	<b>Étude 3 Sekkay et al. (2019b)</b>
<b>Principaux résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La prévalence de douleurs MS chez l'ensemble des camionneurs est plus élevée que ce qui a été rapporté pour la population de travailleurs masculins du Québec.</li> <li>• La prévalence des douleurs MS est plus élevée chez les camionneurs Vrac.</li> <li>• Les associations des facteurs de risque aux douleurs MS diffèrent selon le sous-groupe de camionneurs : Chez les camionneurs Vrac, les douleurs ont été associées aux facteurs de risque psychosociaux et individuels. Chez les camionneurs C&amp;L, les douleurs MS sont associées aux facteurs de risque physiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les camionneurs Vrac ont une condition physique inférieure à la moyenne, en comparaison avec leur groupe d'âge de la population canadienne.</li> <li>• Leur travail se caractérise par de longues heures de travail et presque la moitié de la durée totale de travail est passée derrière le volant.</li> <li>• La charge de travail globale a été jugée excessive compte tenu de la durée totale de travail.</li> <li>• La livraison de gaz chez les clients implique une charge modérée en été et une charge lourde en hiver.</li> <li>• En dehors de la cabine, ils sont exposés à des postures contraignantes et statiques, à des efforts excessifs lors de la manipulation des poignées de vannes.</li> <li>• Les valeurs de pointe des fréquences cardiaques sont principalement dues à la manipulation des poignées et à la manipulation des boyaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les camionneurs C&amp;L ont une conditions physique supérieure à la moyenne, en comparaison avec leur groupe d'âge de la population.</li> <li>• La conduite et la livraison des bouteilles de gaz aux clients sont les principales tâches du travail.</li> <li>• La charge de travail globale quotidienne n'était pas excessive compte tenu de la durée totale de travail</li> <li>• La livraison de bouteilles de gaz implique une charge de travail « lourde ».</li> <li>• Des postures contraignantes sont adoptées lors d'activités de manipulation manuelle qui, dans la plupart des situations, se sont révélées non sécuritaires selon les critères d'évaluation.</li> <li>• Les situations contraignantes de travail surviennent principalement lors de la manipulation des bouteilles de gaz dans différents environnements de travail.</li> </ul>
<b>Constatations</b>	Importance des analyses séparées par sous-groupe de camionneurs: la mise en commun de tous les sujets aurait conduit à supposer par erreur que des associations s'appliquaient à l'ensemble des camionneurs quand elles sont spécifiques à un sous-groupe, ou auraient été omises.	L'ensemble de ces facteurs ont été associés, dans la littérature, aux douleurs MS au dos, aux membres supérieurs et au cou, ce qui aide à expliquer et à comprendre la prévalence élevée des douleurs MS signalées par ce groupe	Les résultats des observations et mesures corroborent la forte association trouvée entre les douleurs MS et les facteurs de risques physiques auto-rapportés.

## 7.5 Recherches futures

Au regard de nos résultats, certains aspects évoqués méritent d'être examinés en profondeur. À ce propos, nous suggérons quelques pistes de recherche qui permettraient de pallier les limites de la présente thèse. L'une des perspectives de ce travail, dans un premier temps, est de poursuivre l'exploration et la caractérisation des atteintes MS. Les futurs travaux pourraient être menés avec des échantillons nettement plus grands qui généreraient un taux de réponse élevé et permettraient d'avoir des résultats qu'on pourrait généraliser à toute la profession. Ces résultats seraient plus précis en effectuant des examens médicaux pour les troubles musculosquelettiques, mais ces études restent coûteuses et demandent beaucoup de temps.

Cette recherche pose d'autres questions de recherche, tant pour explorer de nouvelles méthodologies que pour poursuivre l'accumulation de connaissances sur le travail des camionneurs, et qui s'orienteraient vers :

- L'évaluation quantitative de certains facteurs de risque considérés implicitement dans ce travail, tels que l'exposition aux vibrations globales du corps.
- L'exploitation des données liées aux températures externes, et l'étude de leur lien avec les symptômes musculosquelettiques.
- L'exploitation des données liées la perception des superviseurs par rapport à la réalité des situations de travail des camionneurs afin de mesurer la cohérence entre les perceptions des deux parties (superviseurs et camionneurs).

Les apports de ce travail de recherche peuvent orienter vers d'autres avenues de recherches à développer. Dans un contexte d'analyse plus fine de l'activité de travail, une piste intéressante de recherche à explorer serait d'étudier les stratégies mises en place par les camionneurs qui leurs permettent, compte tenu de leurs caractéristiques personnelles (âge, sexe, symptômes de douleur, etc.), de répondre aux exigences de travail tout en essayant de préserver leur santé. La mise en évidence des régulations ou adaptations auxquelles les camionneurs pourraient avoir recours, permettrait de documenter et de comprendre leur capacité à interagir avec l'environnement dynamique dans lequel ils exercent leur activité de travail, et de déterminer la nature des rôles (actifs ou passifs) qu'ils jouent dans la gestion des TMS. Une des retombées à la fois scientifique et pratique de ce travail de recherche est l'élaboration d'un cadre de référence pour le travail des

conducteurs de poids lourds sur de courtes distances ou de longues distances. Ce cadre se veut un guide à la disposition des chercheurs pour la collecte des données permettant de raffiner le questionnement de ces conducteurs en vue d'accéder à des dimensions plus précises du vécu des camionneurs. Bien que la validité des méthodes d'auto-évaluations des contraintes physiques du travail ait longtemps été débattue, une étude a conclu que les questionnaires permettent d'obtenir des données qui sont relativement fiables sur ces facteurs (Stock et al. 2005). Pour les études qui concernent des occupations précises, les questionnaires s'adressant à une population générale peuvent échapper une partie de la réalité ou donner des résultats parfois difficiles à interpréter. Dans notre cas, les camionneurs Vrac conduisent durant de longues périodes, ce qui les expose à des positions assises prolongées, pourtant aucune association significative n'a été trouvée entre ce facteur et les douleurs MS. Pour les camionneurs C&L, une association significative a été trouvée entre les douleurs MS et les vibrations mains-bras, bien que ces conducteurs ne manipulent aucun outil vibrant durant le travail. Dans ce contexte, les résultats de notre analyse ergonomique du travail des camionneurs peuvent être exploités pour élaborer un outil d'auto-évaluation à travers un questionnaire tient compte à la réalité de travail de ces conducteurs. Des questions peuvent être formulées concernant la répartition temporelle des tâches de conduite et hors cabine, l'environnement de travail physique chez les clients (les zones de stockage, les quais, les équipements de manutention...), le chargement/déchargement de la marchandise, l'arrimage de la marchandise ...

## CHAPITRE 8 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail de recherche, dans un premier temps, nous avons pu documenter les aspects liés à la santé musculosquelettique telle que mesurée par le biais d'un questionnaire administré à des camionneurs transportant des matières dangereuses en bouteilles (camionneurs C&L) ou en vrac (camionneurs Vrac), et de dresser un portrait des facteurs de risque individuels et de ceux liés à l'environnement de travail, tels que perçus par ces conducteurs. Dans un deuxième temps, nous avons pu identifier les expositions physiques importantes pour la santé musculosquelettique chez ces conducteurs, évaluées à travers des questionnaires, des méthodes d'observation et des techniques de mesure directes. Les résultats de ce travail de recherche apportent une information utile pour orienter la prévention des TMS par la révision de la conception des activités de travail et des moyens pour les réaliser en vue de les rendre plus sécuritaires.

Globalement, la prévalence de douleurs MS dans au moins une seule partie du corps, chez l'ensemble des camionneurs au cours des 12 mois précédant l'étude était de 43.1 %, cette prévalence est plus élevée que ce qui a été rapporté pour la population de travailleurs masculins du Québec, et plus élevée chez les camionneurs Vrac que chez les camionneurs C&L. Les observations et les mesures directes ont montré que les camionneurs C&L et Vrac ont été exposés à une combinaison de facteurs de risque associés aux douleurs MS au niveau du dos, des membres supérieurs et du cou. Les facteurs de risque communs entre les deux sous-groupes étaient les efforts excessifs et le travail physiquement exigeant en dehors de la cabine, associés à des positions assises prolongées et aux vibrations transmises à l'ensemble du corps. Les résultats de notre deuxième étude concernant les camionneurs Vrac (chapitre 5) nous ont indiqué que les journées de travail étaient trop longues compte, tenu de la charge physiologique quotidienne liée au travail, les exposant ainsi à un risque de fatigue excessive. En outre, les camionneurs Vrac ont été exposés à une combinaison de facteurs de risque tels que de longues périodes de conduite, des activités exigeantes physiquement, des postures contraignantes et statiques après la conduite, un effort élevé à appliquer sur les poignées de vannes. En ce qui concerne les camionneurs C&L, les résultats de notre troisième étude (chapitre 6) nous ont montré que leur charge de travail dans son ensemble n'a pas été jugée physiquement exigeante d'un point de vue physiologique, cependant des pointes de fréquence cardiaque indiquant des situations de travail exigeantes lors de la manipulation de



bouteilles de gaz ont été relevées. De plus, des postures contraignantes ont été souvent adoptées lors des activités de manutention (lever, baisser, porter, rouler et tirer), qui dans la plupart des situations se révélaient non sécuritaires, selon des méthodes d'évaluation. Les situations d'expositions aux facteurs de risque liés au travail sont différentes dans les deux sous-groupes de camionneurs, ce qui explique probablement les différences quant aux prévalences et aux associations observées dans notre première étude (chapitre 4).

## RÉFÉRENCES

- Affenito, S. G., Franko, D. L., Striegel-Moore, R. H., & Thompson, D., 2012. Behavioral determinants of obesity: research findings and policy implications. *Journal of obesity*, 2012.
- Ainsworth B.E., Haskell W.L., Herrmann S.D., Meckes N., Bassett Jr D.R., Tudor-Locke C., Greer J.L., Vezina J., Whitt-Glover M.C., Leon A.S., 2011. The Compendium of Physical Activities Tracking Guide. Healthy Lifestyles Research Center, College of Nursing & Health Innovation, Arizona State University. <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>. (Accessed 01-04-2019).
- Alipour, A., Ghaffari, M., Shariati, B., Jensen, I., & Vingard, E., 2008. Occupational neck and shoulder pain among automobile manufacturing workers in Iran. *American journal of industrial medicine*, 51(5), 372-379.
- Al-Qaisi, S., & Aghazadeh, F., 2018. The effects of valve-handwheel height and angle on neck, shoulder, and back muscle loading. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 64, 69-78.
- Andersson K., Karlehagen S., Jonsson B., 1987. The importance of variations in questionnaire administration, *Applied Ergonomics*, 1987, 18(3), 229-232.
- Andrusaitis, S.F., Oliveira, R.P., Barros Filho, T.E.P., 2006. Study of the prevalence and risk factors for low back pain in truck drivers in the state of São Paulo, Brazil. *Clinics* 61 (6), 503–510.
- Angeles, R., McDonough, B., Howard, M., Dolovich, L., Marzanek-Lefebvre, F., Qian, H., & Riva, J. J., 2014. Primary health care needs for a priority population: a survey of professional truck drivers. *Work*, 49(2), 175-181.
- Anghel, M., Argesanu, V., Talpos-Niculescu, C., et Lungeanu, D., 2007. Musculoskeletal disorders (MSDs)-consequences of prolonged static postures. *J Exp Med Surg Res*, 4, 167-72.
- Apostolopoulos, Y., Sönmez, S., Shattell, M. M., & Belzer, M., 2010. Worksite-induced morbidities among truck drivers in the United States. *AAOHN Journal*, 58(7), 285-296.

- Apostolopoulos, Y., Sönmez, S., Shattell, M.M., Gonzales, C., Fehrenbacher, C., 2013. Health survey of US long-haul truck drivers: work environment, physical health, and healthcare access. *Work* 46 (1), 113–123.
- Ariëns, G. A., van Mechelen, W., Bongers, P. M., Bouter, L. M., & van der Wal, G., 2001. Psychosocial risk factors for neck pain: a systematic review. *American journal of industrial medicine*, 39(2), 180-193.
- Association des commissions des accidents de travail du Canada (ACATC)., 2018. Statistiques nationales des accidents, maladies et décès professionnels. Tableau 8 : Accidents avec perte de temps, par profession et par province/territoire 2015-2017. [http://awcbc.org/wp-content/uploads/2018/03/Statistiques\\_nationales\\_des\\_accidents\\_maladies\\_et\\_deces\\_professionnels-2015-2017.pdf](http://awcbc.org/wp-content/uploads/2018/03/Statistiques_nationales_des_accidents_maladies_et_deces_professionnels-2015-2017.pdf) (accessed 01-07-19)
- Association of Workers' Compensation Boards of Canada, 2018. 2014-2016 National Work Injury, Disease and Fatality Statistics. <http://awcbc.org/wp-content/uploads/2018/01/National-Work-Injury-Disease-and-Fatality-Statistics-Publication-2014-2016.pdf> (accessed 12-03-18).
- Åstrand, P.O., & Rodahl, K., 1977. *Textbook of Work Physiology* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Awang Lukman K., Jeffree M.S., Rampal K.G., 2017. Low Back Pain and Its Association with Whole Body Vibration and Manual Material Handling Among Commercial Drivers in Sabah. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, (just-accepted), 1-18.
- Awang Lukman, K., Jeffree, M. S., & Rampal, K. G., 2019. Lower back pain and its association with whole-body vibration and manual materials handling among commercial drivers in Sabah. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(1), 8-16.
- Barrero, L.H., Katz, J.N., Dennerlein, J.T., 2009. Validity of self-reported mechanical demands for occupational epidemiologic research of musculoskeletal disorders. *Scand. J. Work. Environ. Health* 35 (4), 245–260.
- Bernard, B. P., & Putz-Anderson, V., 1997. Musculoskeletal disorders and workplace factors; a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back.

- Bernard, B. P., 1997. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. In *Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. NIOSH.
- Bhaumik A, Anjenaya S, 2017. Prevalence of Occupational Related Low Back Pain and Associated Risk Factors in Truck Drivers Halting At Kalamboli Truck Terminal, Navi Mumbai. *International Journal of current Medical and Applied sciences*; 2017, 15(1)26-30.
- Bongers PM, Kremer AM, ter Laak J, 2002. Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist? A review of the epidemiological literature. *Am. J. Ind. Med.* 41(5), 315-342.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., & Frings-Dresen, M. H., 2004. The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, 47(4), 446-460.
- Bourbonnais R., Comeau M., Vézina M., Dion G., 1998. Job strain psychological distress, and burnout in nurses, *American Journal of Industrial Medicine*, 34, 18-20.
- Bovenzi M, 2009. Metrics of whole-body vibration and exposure–response relationship for low back pain in professional drivers: a prospective cohort study. *Int. Arch. Occup. Environ. health.* 82(7), 893-917.
- Bovenzi M, 2010. A longitudinal study of low back pain and daily vibration exposure in professional drivers. *Industrial Health*, 48(5), 584-595.
- Bovenzi M, 2015a. A prospective cohort study of neck and shoulder pain in professional drivers, *Ergonomics*, 58(7), 1103-1116.
- Bovenzi M, Rui F, Negro C, D'Agostin F, Angotzi G, Bianchi S, Bramanti L, Festa G, Gatti S, Pinto I, Rondina L, Stacchin N, 2006. An epidemiological study of low back pain in professional drivers. *J. Sound Vib.* 298(3), 514-539.

- Bovenzi M, Schust M, Menzel G, Prodi A, Mauro M, 2015b. Relationships of low back outcomes to internal spinal load: a prospective cohort study of professional drivers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 88, 487-499.
- Bovenzi M., 2009. Metrics of whole-body vibration and exposure–response relationship for low back pain in professional drivers: a prospective cohort study. *Int. Arch. Occup. Environ. health*. 82(7), 893-917.
- Bovenzi, M., Zadini. A., 1992. Self-reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole-body vibration. *Spine*, 17, 1048-1059.
- BRITISH COMPRESSED GASES ASSOCIATION (BCGA), 2010. Cylinder Handling and the Application of the Manual Handling Operations Regulations to Gas Cylinders.
- BS EN 1005-3., 2003. Safety of Machinery—Human Physical Performance— Part 3 Recommended Force Limits for Machinery Operation‘ British Standards Institute.
- Buckle, P., Devereux, J., 1999. Work-related Neck and Upper Limb Musculoskeletal Disorders. European Agency for Safety and Health at Work-2000
- Bureau of Labor Statistics (BLS), 2017. Employer-Reported Workplace Injuries and Illnesses – 2016. <https://www.bls.gov/news.release/pdf/osh.pdf> (accessed 11-03-18)
- Bureau of labor statistics., 2019a. Survey of Occupational Injuries and Illnesses Data. Table 1. Number of nonfatal occupational injuries and illnesses involving days away from work, restricted work activity, or job transfer (DART), days away from work (DAFW), and restricted work activity, or job transfer (DJTR) by selected industry and case characteristics, private industry, 2017. <https://www.bls.gov/iif/soii-data.htm> (accessed 01-07-19)
- Bureau of labor statistics., 2019b. Survey of Occupational Injuries and Illnesses Data. Table R1. Number of nonfatal occupational injuries and illnesses involving days away from work by industry and selected natures of injury or illness, private industry, 2017. [https://www.bls.gov/web/osh/cd\\_r1.htm](https://www.bls.gov/web/osh/cd_r1.htm) (accessed 01-07-19)

- Burstein, R., Coward, A. W., Askew, W. E., Carmel, K., Irving, C., Shpilberg, O., ... & Golan, R., 1996. Energy expenditure variations in soldiers performing military activities under cold and hot climate conditions. *Military Medicine*, 161(12), 750-75.
- Burström, L., Nilsson, T., et Wahlström, J., 2015. Whole-body vibration and the risk of low back pain and sciatica: a systematic review and meta-analysis. *International archives of occupational and environmental health*, 88(4), 403-418.
- Camirand, H., Traoré, I., Baulne, J., & Courtemanche, R., 2016. L'enquête québécoise sur la santé de la population 2014-2015 : pour en savoir plus sur la santé des Québécois : résultats de la deuxième édition. Institut de la statistique du Québec
- Cann, A. P., Salmoni, A. W., Vi, P., & Eger, T. R., 2003. An exploratory study of whole-body vibration exposure and dose while operating heavy equipment in the construction industry. *Applied occupational and environmental hygiene*, 18(12), 999-1005.
- Cassou B, Derriennic F, Monfort C, Norton J, Touranchet A, 2002. Chronic neck and shoulder pain, age, and working conditions: longitudinal results from a large random sample in France. *Occup. Environ. Med.* 59(8), 537-544.
- Chaffin, D. B., Andersson, G., et Martin, B. J., 1999. *Occupational biomechanics* (p. 91-130). New York : Wiley.
- Chen, Y. L., & Chiang, H. T. 2014., Atilt rolling movement of a gas cylinder: A case study. *Work*, 49(3), 473-481.
- Chen, Y. L., Chiang, H. T., & Lin, D. Y., 2013. Wrist postures analysis during atilt rolling gas cylinder movement. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* (Vol. 2).
- Chen, Y. L., Yu, C. Y., & Lin, D. Y., 2017. Musculoskeletal disorders caused by gas cylinder handling tasks: A case study report. *Work*, 56(3), 403-407.
- Chengalur, S.N., Rodgers, S.H., and Bernard, T.E., 2004. *Kodak's Ergonomics Design for People at Work*, 2nd Edition, Hoboken, NJ: Wiley.

- Chiasson M-E, Imbeau D, Major J, Aubry A, Delisle A, 2015. Influence of musculoskeletal pain on workers' ergonomic risk-factor assessments. *Applied Ergonomics*. 49, 1-7.
- Chih-Long Lin YTH, Chen MJWJP, 2010. The Investigation of Low Back Problems among Home Delivery Drivers. *Advances in Human Factors, Ergonomics, and Safety in Manufacturing and Service Industries*, 384.
- Chowdhury, S. S., Boricha, J., & Yardi, S., 2012. Identification of awkward postures that cause discomfort to Liquid Petroleum Gas workers in Mumbai, India. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 16(1), 3.
- Christensen, J. O., & Knardahl, S., 2010. Work and neck pain: a prospective study of psychological, social, and mechanical risk factors. *Pain*, 151 (1), 162-173.
- Christensen, J. O., & Knardahl, S., 2012. Work and back pain: a prospective study of psychological, social and mechanical predictors of back pain severity. *European journal of pain*, 16(6), 921-933.
- Ciriello, V. M., 2003. The effects of box size, frequency and extended horizontal reach on maximum acceptable weights of lifting. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32(2), 115-120.
- Combs B, Heaton K, 2016. Shoulder injuries in Commercial Truck Drivers: A Literature Review. *Othopaedic Nursing*, November/December, 35(6), 360-374.
- Dantas FFO, de Lima KC, 2015. The relationship between physical load and musculoskeletal complaints among Brazilian dentists. *Appl. Ergon.* 47, 93-98.
- David, G. C., 2005. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine*, 55(3), 190-199.
- Descatha A, Roquelaure Y, Caroly S, Evanoff B, Cyr D, Mariel J, Leclerc A, 2009. Self-administered questionnaire and direct observation by check list: Comparing two methods for physical exposure surveillance in a highly repetitive tasks plant, *Applied Ergonomics* 40, 194-198.

- Descatha A, Roquelaure Y, Chastang J-F, Evanoff B, Melchior M, Mariot C, Ha C, Imberron E, Goldberg M, Leclerc, A, 2007. Validity of Nordic-style questionnaires in the surveillance of upper-limb work-related musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 33(1), 58–65.
- Dev, S., & Gangopadhyay, S., 2012. Upper body musculoskeletal disorders among professional non-government city bus drivers of Kolkata. In 2012 Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES) (pp. 1-5). IEEE.
- Devereux JJ, Vlachonikolis IG, Buckle PW, 2002. Epidemiological study to investigate potential interaction between physical and psychosocial factors at work that may increase the risk of symptoms of musculoskeletal disorder of the neck and upper limb. *Occupational and environmental medicine*, 59(4), 269-277.
- Diffrient, N., Tilley, A. R., & Harman, D., 1981. *Humanscale 1/2/3*. The MIT press, Cambridge: MA.
- Dubé, P. A., Imbeau, D., Dubeau, D., Auger, I., & Leone, M., 2015. Prediction of work metabolism from heart rate measurements in forest work: some practical methodological issues. *Ergonomics*, 58(12), 2040-2056.
- Dubé, P. A., Imbeau, D., Dubeau, D., Lebel, L., & Kolus, A., 2016. Removing the thermal component from heart rate provides an accurate  $\dot{V}O_2$  estimation in forest work. *Applied ergonomics*, 54, 148-157.
- Errico A, Gorea R, Golda JE, Parka JS, Punnett L, 2007. Medium- and long-term reproducibility of self-reported exposure to physical ergonomics factors at work, *Applied Ergonomics* 38, 167–175.
- Frayse, F., Milanese, S., & Thewlis, D., 2016. Practices and risks associated with operation of tie-down lashings in the vehicle transport industry. *Ergonomics*, 59(12), 1661-1672.
- Frings-Dresen, M. H., & Kuijer, P. P. F., 1995. The TRAC-system: an observation method for analysing work demands at the workplace. *Safety Science*, 21(2), 163-165.



- Friswell, R., & Williamson, A., 2013. Comparison of the fatigue experiences of short haul light and long distance heavy vehicle drivers. *Safety science*, 57, 203-213.
- Garg, A. R. U. N., et Moore, J. S., 1991. Prevention strategies and the low back in industry. *Occupational medicine (Philadelphia, Pa.)*, 7(4), 629-640.
- Garg, A., & Beller, D. 1990. One-handed dynamic pulling strength with special reference to speed, handle height and angles of pulling. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 6(3), 231-240.
- Generaal E, Vogelzangs N, Penninx BW, Dekker J, 2016. Insomnia, Sleep Duration, Depressive Symptoms, and the Onset of Chronic Multisite Musculoskeletal Pain. *Sleep*. 40(1), sp-00678-15.
- Giahi, O., Sarabi, M., Khoubi, J., & Darvishi, E., 2014. The effect of ergonomic intervention in reducing musculoskeletal disorders by Snook table method in a steel industry. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 2(2), 65-71.
- Goon M, Ghoshal S, Chandrasekaran B, Sharma BC, 2010. Prevalence of low back pain in long-distance truck drivers of mountainous terrain, Chap 55 in: Salvendy, G., Karwowski, W. (Eds.), *Advances in Occupational, Social, and Organizational Ergonomics*. CRC Press. pp. 516-522.
- Gouvernement Canada, 2018. Commercial Vehicle Drivers Hours of Service Regulations (SOR/2005-313). <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2005-313/> (accessed 28-09-2018).
- Gouvernement Canada. 2011. Resource Guide Helps Identify, Eliminate and Control Musculoskeletal Disorders. <https://www.canada.ca/en/news/archive/2011/08/resource-guide-helps-identify-eliminate-control-musculoskeletal-disorders.html> (accessed 01-07-18)
- Gouvernement Canada. 2012. Aperçu du transport des marchandises dangereuses. <https://www.tc.gc.ca/fra/politique/anre-menu-3022.htm> (accessed 01-07-18).
- Government of Canada, 2017. 2015 Occupational injuries amongst federal jurisdiction employers. <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/services/health-safety/reports/statistical-2015.html> (accessed 12-03-18).

- Government of Canada, 2018. Commercial Vehicle Drivers Hours of Service Regulations (SOR/2005-313). <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2005-313/> (accessed 28-09-2018).
- Guan, J., Hsiao, H., Bradtmiller, B., Kau, T. Y., Reed, M. R., Jahns, S. K., ... & Piamonte, D. P. T., 2012. US truck driver anthropometric study and multivariate anthropometric models for cab designs. *Human factors*, 54(5), 849-871
- Hamberg-van Reenen, H. H., Van Der Beek, A. J., Blatter, B. M., Van Der Grinten, M. P., Van Mechelen, W., & Bongers, P. M., 2008. Does musculoskeletal discomfort at work predict future musculoskeletal pain?. *Ergonomics*, 51(5), 637-648.
- Hanowski, R.J., Wierwille, W.W., Garness, S.A., Dingus, T.A., Knipling, R.R., Carroll, R.J., 2000. A field evaluation of safety issues in local/short-haul trucking. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. SAGE Publications, Sage CA : Los Angeles, CA, p. 3–365 44 (20).
- Hansson T, Magnusson M, Broman H, 1991. Back muscle fatigue and seated whole body vibrations: an experimental study in man. *Clinical Biomechanics*, 6(3), 173-178.
- Hauke A, Flintrop J, Brun E, Rugulies R, 2011. The impact of work-related psychosocial stressors on the onset of musculoskeletal disorders in specific body regions: a review and meta-analysis of 54 longitudinal studies. *Work Stress*. 25(3), 243-256.
- Health Canada, 2003. *Canadian Guidelines for Body Weight Classification in Adults* (Catalogue H49-179) Ottawa: Health Canada.
- Hedberg, G. E., & Niemi, K., 1986. Physical and muscular strain in Swedish tanker truck drivers. *Ergonomics*, 29(6), 817-826.
- Hedberg, G. E., 1985. Physical strain in Swedish lorry drivers engaged in the distribution of goods. *Journal of human ergology*, 14(1), 33-40.
- Hege, A., Apostolopoulos, Y., Perko, M., Sönmez, S., & Strack, R., 2016. The work organization of long-haul truck drivers and the association with body mass index. *Journal of occupational and environmental medicine*, 58(7), 712-717.

- Hege, A., Perko, M., Johnson, A., Yu, C. H., Sönmez, S., & Apostolopoulos, Y., 2015. Surveying the impact of work hours and schedules on commercial motor vehicle driver sleep. *Safety and health at work*, 6(2), 104-113.
- Hege, A., Perko, M., Johnson, A., Yu, C. H., Sönmez, S., & Apostolopoulos, Y., 2015. Surveying the impact of work hours and schedules on commercial motor vehicle driver sleep. *Safety and health at work*, 6(2), 104-113.
- Heir, T., & Eide, G., 1996. Age, body composition, aerobic fitness and health condition as risk factors for musculoskeletal injuries in conscripts. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(4), 222-227.
- Herin F. Paris C., Levant A., Vignaud M.C., Sobaszek A., Soulat J.M., 2011. Links between nurses' organisational work environment and upper limb musculoskeletal symptoms: Independently of effort–reward imbalance! The ORSOSA study. *Pain*. 152(9), 2006-2015.
- Hitosugi, M., Niwa, M., & Takatsu, A., 2000. Rheologic changes in venous blood during prolonged sitting. *Thrombosis research*, 100(5), 409-412.
- Holmes, S. M., Power, M. L., & Walter, C. K., 1996. A motor-carrier wellness program: Development and testing. *Transportation Journal*, 35(3), 33-48.
- Holmström E.B., Lindell J., Moritz U., 1992. Low back and neck/ shoulder pain in construction workers: occupational workload and psychosocial risk factors—part 1: relationship to low back pain. *Spine* 17:663–671
- Hoogendoorn, W. E., Bongers, P. M., De Vet, H. C., Houtman, I. L., Ariëns, G. A., Mechelen, W. V., & Bouter, L. M. 2001. Psychosocial work characteristics and psychological strain in relation to low-back pain.
- Hoogendoorn, W. E., van Poppel, M. N., Bongers, P. M., Koes, B. W., et Bouter, L. M., 1999. Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 387-403.

- Hoozemans, M.J.M., Burdorf, A., van der Beek, A.J., Frings-Dresen, M.H.W., Mathiassen, S.E., 2001. Group-based measurement strategies in exposure assessment explored by bootstrapping. *Scand. J. Work Environ. Health* 27 (2),125-132.
- Hosmer DW, Lemeshow S, 2000. *Applied Logistic Regression*. New York: Wiley.
- Howard, M. E., Desai, A. V., Grunstein, R. R., Hukins, C., Armstrong, J. G., Joffe, D., ... & Pierce, R. J., 2004. Sleepiness, sleep-disordered breathing, and accident risk factors in commercial vehicle drivers. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 170(9), 1014-1021.
- Hoy J, Mubarak N, Nelson S, De Landas MS, Magnusson M, Okunribido O, Pope M, 2005. Whole body vibration and posture as risk factors for low back pain among forklift truck drivers. *J. Sound Vib.* 284(3), 933-946.
- Imbeau, D., Desjardins, L., Dessureault, P.C., Riel, P. et Fraser, R., 1995. Oxygen consumption during scaffold assembling and disassembling work: comparison between field measurements and estimation from heart rate. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 247-259.
- Imbeau, D., Dube, P.-A., Waddell, O., 2009. Validation du step-test de Meyer et Flenghi (1995) à l'aide d'un test maximal sur tapis roulant, IRSST, Etudes et recherches. Rapport R-621, Montreal, QC.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), 2014. *Méthode d'analyse de la charge physique de travail (ED 6161)*. Paris : INRS.
- Institut de la statistique du Québec, 2001. *Enquête sociale et de santé 1998*, 2e édition. Collection la santé et le bien-être, Québec, Qc. <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/sante/etat-sante/sante-globale/enquete-sociale-sante.pdf> (accessed 26-02-18)
- Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2017. *Lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2010-2012, profil statistique par industrie - catégorie professionnelle. Tableau 9.1 : Les groupes cibles à fort volume de lésions professionnelles avec PTI*, Québec, 2010-2012.
- ISO 8996, 2004. *Ergonomics of the Thermal Environment—Determination of Metabolic Rate*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

- Jackson, A. S., Osburn, H. G., Laughery, K. R., & Vaubel, K. P., 1992. Validity of isometric strength tests for predicting the capacity to crack, open, and close industrial valves. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 36, No. 10, pp. 688-691). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Jacobs N.W., Berduszek R.J., Dijkstra P.U., van der Sluis C.K., 2017. Validity and Reliability of the Upper Extremity Work Demands Scale. *J Occup Rehabil* (2017) 27, 520–529.
- Jang, T. W., Kim, H. R., Lee, H. E., Myong, J. P., Koo, J. W., Ye, B. J., & Won, J. U., 2015. Overwork and cerebrocardiovascular disease in Korean adult workers. *Journal of occupational health*, 57(1), 51-57.
- Johansson, S. E., et Borg, G., 1993. Perception of heavy work operations by tank truck drivers. *Applied ergonomics*, 24(6), 421-426.
- Juul-Kristensen, B., Hansson, G. Å., Fallentin, N., Andersen, J. H., & Ekdahl, C., 2001. Assessment of work postures and movements using a video-based observation method and direct technical measurements. *Applied ergonomics*, 32(5), 517-524.
- Kageyama, T., Nishikido, N., Kobayashi, T., Kurokawa, Y., & Kabuto, M., 1997. Commuting, overtime, and cardiac autonomic activity in Tokyo. *The Lancet*, 350(9078), 639.
- Kaila-Kangas L, Miranda H, Takala EP, Leino-Arjas P, Karppinen J, Viikari-Juntura E., Luukkonen R, Heliövaara, M, 2011. The role of past and current strenuous physical work in the association between professional car driving and chronic low-back syndromes: a population-based study. *Spine*, 36(11), 734-740.
- Kamon E.E., 1982. Physiological basis for the design of work and rest – Chapter 6.4. In G. Salvendy (Ed), *Handbook of Industrial Engineering*, NY, Wiley.
- Karasek R, Brisson C, Kawakami N, Houtman I, Bongers P, Amick B, 1998. The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J. Occup. Health Psychol.* 3(4), 322-355.
- Karasek R, Theorell T, 1990. *Healthy work: Stress, productivity and the reconstruction of working life*. New York: Basic Books.

- Kelsey, J. L., et Golden, A. L., 1987. Occupational and workplace factors associated with low back pain. *Occupational medicine (Philadelphia, Pa.)*, 3(1), 7-16.
- Keyserling, W. M., Brouwer, M., & Silverstein, B. A., 1992. A checklist for evaluating ergonomic risk factors resulting from awkward postures of the legs, trunk and neck. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 9(4), 283-301.
- Kilbom, Å., 1994. Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders-what information can be obtained from systematic observations. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 30-45.
- Kim JH, Zigman M, Aulck LS, Ibbotson JA, Dennerlein JT, & Johnson PW, 2016. Whole body vibration exposures and health status among professional truck drivers: a cross-sectional analysis. *Annals of Occupational Hygiene*, 60(8), 936-948.
- Konz, S. A., & Johnson, S., 2000. *Work design: industrial ergonomics (Vol. 1)*. Holcomb Hathaway Pubs.
- Kraatz, S., Lang, J., Kraus, T., Münster, E., & Ochsmann, E., 2013. The incremental effect of psychosocial workplace factors on the development of neck and shoulder disorders: a systematic review of longitudinal studies. *International archives of occupational and environmental health*, 86(4), 375-395.
- Kresal F, Bertonecel T, Meško M, 2017. Psychosocial factors in the development of low back pain among professional drivers. *Organizacija*, 50(2), 151-162.
- Kristensen, T. S., Hannerz, H., Høgh, A., et Borg, V., 2005. The Copenhagen Psychosocial Questionnaire-a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scandinavian journal of work, environment et health*, 438-449.
- Krueger, G. P., & Hemel, S. B. V., 2001. *Effects of loading and unloading cargo on commercial truck driver alertness and performance (No. DOT-MC-01-107)*. United States. Federal Motor Carrier Safety Administration.

- Kuiper, J.I., Burdorf, A., Verbeek, J.H.A.M., FringsDresen, M.H.W., van der Beek, A.J., Viikari-Juntura, E.R.A., 1999. Epidemiological evidence on manual materials handling as a risk factor for back disorders: a systematic review. *Int. J. Ind. Ergon.* 24 (4), 389–404.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., 1987. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl. Ergon.* 18 (3), 233–237.
- Lang, J., Ochsmann, E., Kraus, T., & Lang, J. W., 2012. Psychosocial work stressors as antecedents of musculoskeletal problems: a systematic review and meta-analysis of stability-adjusted longitudinal studies. *Social science & medicine*, 75 (7), 1163-1174.
- Layne, D. M., Rogers, B., & Randolph, S. A., 2009. Health and gender comparisons in the long-haul trucking industry: a pilot study. *Aaohn Journal*, 57(10), 405-413.
- Lemke, M. K., Hege, A., Perko, M., Sönmez, S., & Apostolopoulos, Y., 2015. Work patterns, sleeping hours and excess weight in commercial drivers. *Occupational medicine*, 65(9), 725-731.
- Lim, W. H. W., & Hignett, S., 2012. Evaluation of handling small gas cylinders in 2 EU countries. In *Contemporary Ergonomics and Human Factors 2012: Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2012*, Blackpool, UK, 16-19 April 2012 (Vol. 40, No. 70, p. 173). CRC Press.
- Lin, L. J., Cohen, H. H., 1997. Accidents in the trucking industry. *Int. J. Ind. Ergon.* 20 (4), 287–300.
- Lis, A. M., Black, K. M., Korn, H., & Nordin, M., 2007. Association between sitting and occupational LBP. *European Spine Journal*, 16(2), 283-298.
- Lötters, F., Burdorf, A., Kuiper, J., & Miedema, H., 2003. Model for the work-relatedness of low-back pain.
- Luttmann, A., Jäger, M., Griefahn, B., Caffier, G., Liebers, F., & World Health Organization, 2004. *La prévention des troubles musculosquelettiques sur le lieu de travail.*

- Macfarlane, G.J., Pallewatte, N., Paudyal, P., Blyth, F.M., Coggon, D., Crombez, G., Linton, S., Leino-Arjas, P., Silman, A.J., Smeets, R.J., van der Windt, D., 2009. Evaluation of work-related psychosocial factors and regional musculoskeletal pain: results from a EULAR Task Force. *Ann Rheum Dis*, 68, 885–891.
- Magnusson ML, Pope MH, Wilder DG, Areskoug B, 1996. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? *Spine*. 21(6), 710-717.
- Mairiaux, P., Malchaire, J., 1990. *Le travail en ambiance chaude: principes, méthodes, mise en oeuvre*. Paris: Masson.
- Manchikanti, L., 2000. Epidemiology of low back pain. *Pain physician*, 3(2), 167-192.
- Marras, W. S., Lavender, S. A., Leurgans, S. E., Rajulu, S. L., Allread, W. G., Fathallah, F. A., et Ferguson, S. A., 1993. The Role of Dynamic Three-Dimensional Trunk Motion in Occupationally-Related Low Back Disorders: The Effects of Workplace Factors, Trunk Position, and Trunk Motion Characteristics on Risk of Injury. *Spine*, 18(5), 617-628.
- Marshall, J., & Wells, R., 2011. Evaluating the physical demands of three tarping systems for flatbed transport trailers. *Work*, 39(2), 125-140.
- Massaccesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F., 2003. Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied ergonomics*, 34(4), 303-307.
- Mathiassen, S. E., 2006. Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Applied ergonomics*, 37(4), 419-427.
- Matthews, C. E., Heil, D. P., Freedson, P. S., & Pastides, H. A. R. R. I. S., 1999. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(3), 486-493.
- McGill, S. M., Marshall, L., & Andersen, J., 2013. Low back loads while walking and carrying: comparing the load carried in one hand or in both hands. *Ergonomics*, 56(2), 293-302.



- McMurray, R. G., Ainsworth, B. E., Harrell, J. S., Griggs, T. R., & Williams, O. D., 1998. Is physical activity or aerobic power more influential on reducing cardiovascular disease risk factors? *Medicine and science in sports and exercise*, 30(10), 1521-1529.
- Mehlum IS, Veiersted KB, Wærsted M, Wergeland E, Kjuus H, 2009. Self-reported versus expert-assessed work relatedness of pain in the neck, shoulder, and arm. *Scand J Work Environ Health*. 35(3), 222–232.
- Messing K, Tissot F, Stock SR, 2009. Should studies of risk factors for musculoskeletal disorders be stratified by gender? Lessons from the 1998 Quebec Health and Social Survey. *Scand. J. Work, Environ. Health*, 35(2), 96-112.
- Meyer, J. P., & Flenghi D., 1995. Détermination de la dépense énergétique de travail et des capacités cardiorespiratoires maximales à l'aide d'un exercice sous maximal sur step test. *Documents pour le Médecin du Travail* 64 (4): 245–251.
- Meyer, J. P., Lodde, B., Didry, G., & Horwat, F., 2000. Cardiorespiratory and subjective strains during actuation of large hand wheels. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26(1), 47-56.
- Ministère des Transports du Québec. 2013. Les déplacements interurbains de camions au Québec. Enquête nationale en bordure de route sur le camionnage de 2006-2007. Repéré à [https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entcamionnage/statistiques/Documents/Deplacements\\_camions\\_2006-2007.pdf](https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entcamionnage/statistiques/Documents/Deplacements_camions_2006-2007.pdf) (accessed 01-07-17)
- Mital, A., 1997. *Guide to manual materials handling*. CRC Press.
- Mital, A., Nicholson, A. S. and Ayoub, M. M., 1993. *A Guide to Manual Materials Handling*. CRC Press.
- Miyamoto, M., Shirai, Y., Nakayama, Y., Gembun, Y., & Kaneda, K., 2000. An epidemiologic study of occupational low back pain in truck drivers. *Journal of Nippon Medical School*, 67(3), 186-190.

- Moreno, C. R. C., Louzada, F. M., Teixeira, L. R., Borges, F., & Lorenzi-Filho, G., 2006. Short sleep is associated with obesity among truck drivers. *Chronobiology international*, 23(6), 1295-1303.
- Mozafari, A., Vahedian, M., Mohebi, S., Najafi, M., 2015. Work-related musculoskeletal disorders in truck drivers and official workers. *Acta Med. Iran.* 53 (7), 432–438.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1997. *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*. DHHS (NIOSH) Publication No. 97B141, Cincinnati, OH. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/pdfs/97-141.pdf> (accessed 26-02-18)
- National Research Council – Institute of Medicine (NRC/IM), 2001. *Musculoskeletal Disorders and the Workplace – Low Back and Upper Extremities*. National Academy Press, Washington DC, p. 492.
- Nunes, I. L., Bush, P.M., 2012. In: Nunes, Isabel L. (Ed.), *Work-related Musculoskeletal Disorders Assessment and Prevention, Ergonomics - a Systems Approach*. InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/37229> (accessed 01-07-16).
- Ohlsson, K., Attewell, R. G., Pålsson, B., Karlsson, B., Balogh, I., Johnsson, B.,... et Skerfving, S., 1995. Repetitive industrial work and neck and upper limb disorders in females. *American journal of industrial medicine*, 27(5), 731-747.
- Ohlsson K, Attewell R, Johnsson B, Ahlm A, Skerfving S, 1994. An assessment of neck and upper extremity disorders by questionnaire and clinical examination, *Ergonomics*, vol. 37, p. 891-897.
- Okunribido OO, Magnusson M, Pope, MH, 2006. Delivery drivers and low back pain: A study of the exposures to posture demands, manual materials handling and whole body vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36 (3), 265–273.
- Okunribido, O.O., Magnusson, M., Pope, M.H., 2008. The role of whole body vibration, posture and manual materials handling as risk factors for low back pain in occupational drivers. *Ergonomics* 51 (3), 308–329.

- Olson, R., Hahn, D. I., & Buckert, A., 2009. Predictors of severe trunk postures among short-haul truck drivers during non-driving tasks: An exploratory investigation involving video-assessment and driver behavioural self-monitoring. *Ergonomics*, 52(6), 707-722.
- Olson, R., Hahn, D. I., & Buckert, A., 2009. Predictors of severe trunk postures among short-haul truck drivers during non-driving tasks: An exploratory investigation involving video-assessment and driver behavioural self-monitoring. *Ergonomics*, 52(6), 707-722.
- Palmer KT, Walker-Bone K, Griffin M, Syddall H, Pannett B, Coggon D, Cooper C, 2002. Prevalence and occupational associations of neck pain in the British population. *Scand. J. Work Environ. Health*. 27(1), 49–56.
- Pandis P, Prinold JAI, Bull AMJ, 2015. Shoulder muscle forces during driving: Sudden steering can load the rotator cuff beyond its repair limit. *Clin. Biomech*, 30(8), 839-846. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4577652/> (accessed 26-02-18)
- Parks, S. C., & Schulze, L. J., 1998. The effects of valve wheel size, operation position and in-line pressures on required torque for gate valves. *Process Safety Progress*, 17(4), 263-271.
- Perttula, P., Ojala, T., & Kuosma, E., 2011. Factors in the fatigue of heavy vehicle drivers. *Psychological reports*, 108(2), 507-514.
- Peter R, Geißler, H, Siegrist J, 1998. Associations of effort-reward imbalance at work and reported symptoms in different groups of male and female public transport workers. *Stress and Health*. 14(3), 175-182.
- Pinar T, Cakmak ZA, Saygun M, Akdur R, Ulu N, Keles I, Saylam HS, 2013. Symptoms of musculoskeletal disorders among ammunition factory workers in Turkey. *Arc. Environ. Occup. Health*. 68(1), 13-21.
- Pope, M. H., Magnusson, M., & Wilder, D. G., 1998. Low Back Pain and Whole-Body Vibration. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 354, 241-248.
- Punnett, L., et Wegman, D. H., 2004. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of electromyography and kinesiology*, 14(1), 13-23.

- Raffler N., Ellegast R., Kraus T., Ochsmann E., 2016. Factors affecting the perception of whole-body vibration of occupational drivers: an analysis of posture and manual materials handling and musculoskeletal disorders. *Ergonomics*, 59(1), 48-60.
- Raffler N., Rissler J., Ellegast R., Schikowsky C., Kraus T., Ochsmann, E., 2017. Combined exposures of whole-body vibration and awkward posture: a cross-sectional investigation among occupational drivers by means of simultaneous field measurements. *Ergonomics*, 60(11), 1564-1575.
- Ramroop, S., Shaik, J., Govender, M., 2006. Refuse truck driving and lower back pain. *Occupational Health Southern Africa* 3 (2), 23–27.
- Rehn, B., Nilsson, T., Olofsson, B., & Lundström, R., 2004. Whole-body vibration exposure and non-neutral neck postures during occupational use of all-terrain vehicles. *Annals of occupational hygiene*, 49(3), 267-275.
- Reiman A, Putkonen A, Nevala N, Nyberg M, Väyrynen S, Forsman M, 2015. Delivery truck drivers' work outside their cabs: ergonomic video analyses supplemented with national accident statistics. *Hum. Factors Ergon. Manuf. Serv. Ind.* 25(3), 340-352.
- Reiman, A., Pekkala, J., Väyrynen, S., Putkonen, A., & Forsman, M., 2014. Participatory video-assisted evaluation of truck drivers' work outside cab: deliveries in two types of transport. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 20(3), 477-489
- Reiman, A., Pekkala, J., Väyrynen, S., Putkonen, A., & Forsman, M., 2014. Participatory video-assisted evaluation of truck drivers' work outside cab: deliveries in two types of transport. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 20(3), 477-489
- Rhode BA, Rhode WS, 2014. Occupational Risk Factors for Shoulder Tendon Disorders 2015 update. *Orthopedics & Rheumatology*, 3(4), 8 pages. <http://medcraveonline.com/MOJOR/MOJOR-03-00104.pdf> (accessed 26-02-18)
- Ringelberg, J. A., et Koukoulaki, T., 2002. Risk estimation for musculoskeletal disorders in machinery design: Integrating a user perspective. European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety.

- Robb, M.J., Mansfield, N.J., 2007. Self-reported musculoskeletal problems amongst professional truck drivers. *Ergonomics* 50 (6), 814–827.
- Rohlmann, A., Graichen, F., & Bergmann, G., 2000. Influence of load carrying on loads in internal spinal fixators. *Journal of Biomechanics*, 33(9), 1099-1104.
- Rugulies R, Krause N, 2005. Job strain, iso-strain, and the incidence of low back and neck injuries: A 7.5-year prospective study of San Francisco transit operators. *Soc. Sci. Med.* 61(1), 27-39.
- Rugulies R, Krause N, 2008. Effort–reward imbalance and incidence of low back and neck injuries in San Francisco transit operators. *Occup. Environ. Med.* 65(8), 525-533.
- Sauter SL., Swanson NG., 1996. An ecological model of musculoskeletal disorders in office workers. Dans : *Beyond Biomechanics: Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office Workers*. Moon, SD., Sauter, SL (ed), Taylor and Francis Publishers, London, England. p. 3-22.
- Schulze, L. J., Goldstein, D., Patel, A., Stanton, E., & Woods, J., 1997. Torque production using handwheels of different size during a simulated valve operation task. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 3(3-4), 109-118.
- Sekky, F., Imbeau, D., Chinniah, Y., Dubé, P. A., de Marcellis-Warin, N., Beaugard, N., & Trépanier, M., 2018. Risk factors associated with self-reported musculoskeletal pain among short and long-distance industrial gas delivery truck drivers. *Applied Ergonomics*, 72, 69-87.
- Sekky, F., Imbeau, D., Dubé, P. A., Chinniah, Y., de Marcellis-Warin, N., Beaugard, N., & Trépanier, M., 2019. Assessment of Physical Work Demands of Long-Distance Industrial Gas Delivery Truck Drivers. Manuscript submitted for publication to *Applied Ergonomics* (08-06-2019).
- Senthanar, S., & Bigelow, P. L., 2018. Factors associated with musculoskeletal pain and discomfort among Canadian truck drivers: A cross-sectional study of worker perspectives. *Journal of Transport & Health*.
- Sepp, J., Jarvis, M., Tint, P., Siirak, V., et Reinhold, K., 2015. EMG measurements of thumb muscles of nurses and caregivers. *Agronomy Research*, 13(3), 836-845.

- Setty, P., Padmanabha, B. V., & Doddamani, B. R., 2013. Correlation between obesity and cardio respiratory fitness. *Int J Med Sci Public Health*, 2(2), 300-304.
- Shibuya H, Cleal B, Kines P, 2010. Hazard scenarios of truck drivers' occupational accidents on and around trucks during loading and unloading. *Accid. Anal. Prev.* 42(1), 19-29.
- Sieber, W. K., Robinson, C. F., Birdsey, J., Chen, G. X., Hitchcock, E. M., Lincoln, J. E., ... & Sweeney, M. H., 2014. Obesity and other risk factors: the national survey of US long-haul truck driver health and injury. *American journal of industrial medicine*, 57(6), 615-626.
- Siegrist J, 1996. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *J. Occup. Health Psychol.* 1(1), 27-41.
- Siegrist, J., 2012. Effort-reward imbalance at work - theory, measurement and evidence. Department of Medical Sociology, Düsseldorf University, Germany. [www.uniklinikduesseldorf.de/fileadmin/Datenpool/einrichtungen/institut\\_fuer\\_medizinische\\_soziologie\\_id54/ERI/ERI-Website.pdf](http://www.uniklinikduesseldorf.de/fileadmin/Datenpool/einrichtungen/institut_fuer_medizinische_soziologie_id54/ERI/ERI-Website.pdf) (accessed 01-07-16).
- Simoneau, S., St-Vincent, M., & Chicoine, D., 2013. Les TMS des membres supérieurs : mieux les comprendre pour mieux les prévenir. Québec: IRSST.
- Skov, T., Borg, V., & Orhede, E., 1996. Psychosocial and physical risk factors for musculoskeletal disorders of the neck, shoulders, and lower back in salespeople. *Occupational and environmental medicine*, 53(5), 351-356.
- Smith CK, Williams J, 2014. Work related injuries in Washington State's Trucking Industry by industry sector and occupation. *Accid. Anal. Prev.* 65, 63-71.
- Smith, C. K., Williams, J., 2014. Work related injuries in Washington State's Trucking Industry by industry sector and occupation. *Accid. Anal. Prev.* 65, 63–71.
- Snook, S. H., & Irvine, C. H., 1969. Psychophysical studies of physiological fatigue criteria. *Human Factors*, 11(3), 291-299.
- Snook, S. H., 2004. Psychophysical tables: lifting, lowering, pushing, pulling, and carrying. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 142-162). CRC Press.

- Sparks, K., Cooper, C., Fried, Y., & Shirom, A., 1997. The effects of hours of work on health: a meta-analytic review. *Journal of occupational and organizational psychology*, 70(4), 391-408.
- Spielholz P, Cullen J, Smith C, Howard N, Silverstein B, Bonauto D, 2008. Assessment of perceived injury risks and priorities among truck drivers and trucking companies in Washington State. *J. Saf. Res.* 39(6), 569-576.
- Spielholz, P., Silverstein, B., Morgan, M., Checkoway, H., et Kaufman, J., 2001. Comparison of self-report, video observation and direct measurement methods for upper extremity musculoskeletal disorder physical risk factors. *Ergonomics*, 44(6), 588-613.
- Statistics Canada, 2017. 2016 Census of Population . Chart 8: Proportion in selected 4-digit occupation, by top 10 occupations for men, Canada, 2016. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/171129/cg-b008-eng.htm> (accessed 30-05-19).
- Statistics Canada, 2018, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=> (accessed 01-07-18).
- Statistics Canada, 2010. Trucking industry, employment statistics, by province and territory, annual CANSIM - *Table 403-0011* (database). [http://www.statcan.gc.ca/fra/sujets/transport/transport\\_routier?subject\\_levels=4021%2C4006&sourcecode=2742](http://www.statcan.gc.ca/fra/sujets/transport/transport_routier?subject_levels=4021%2C4006&sourcecode=2742) (accessed 26-02-18)
- Statistics Canada, 2013. Canadian Health Measures Survey: Cycle 2 Data Tables 2009 to 2011. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-626-x/2013001/part-partie1-eng.htm> (accessed 08-07-19).
- Statistique Canada, 2015. Marchandises dangereuses transportées par camion au Canada, 2004 à 2012. No 16-002-X au catalogue. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/16-002-x/2015001/article/14132-fra.pdf?st=GcYk7aLr> (accessed 01-07-18).

- Stellman, J. M. (Ed.), 1998. *Encyclopaedia of occupational health and safety*. International Labour Organization.
- Stock S., Fernandes R., Delisle A., Vézina N., 2005. Reproducibility and validity of worker's self-reports of physical work demands, *Scand J Work Environ Health*, 31(6), 409-437.
- Stock S., Nicolakakis N., Messing K., Turcot A., Raiq H., 2013. Quelle est la relation entre les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux? Survol de diverses conceptions des facteurs psychosociaux du travail et proposition d'un nouveau modèle de la genèse des TMS. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*. 15-2. DOI: 10.4000/pistes.3407.
- Stock, S. R., Tissot, F., 2012. Are there health effects of harassment in the workplace? A gender-sensitive study of the relationships between work and neck pain. *Ergonomics*, 55, 147-159.
- Stock, S., Funes, A., Delisle, A., St-Vincent, M., Turcot, A., Messing, K., 2011. « Troubles musculosquelettiques » dans Enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi, de santé et de sécurité du travail (EQCOTESST), Québec, Institut national de santé publique du Québec et Institut de la statistique du Québec - Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail, Chapitre 7.
- Stock, S., Nicolakakis, N., Messing, K., Turcot, A., et Raiq, H., 2013. Quelle est la relation entre les troubles musculosquelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux ? Survol de diverses conceptions des facteurs psychosociaux du travail et proposition d'un nouveau modèle de la genèse des TMS. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (15-2). Tiré de : <http://pistes.revues.org/3407> ; DOI : 10,400 0/pistes.3407.
- Tabachnick BG, Fidell LS, 2001. *Using Multivariate Statistics*. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.
- Tiemessen IJ, Hulshof CT, Frings-Dresen MHW, 2008. Low back pain in drivers exposed to whole body vibration: analysis of a dose–response pattern. *Occupational and environmental medicine*, 65(10), 667-675.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., & Poos, M., 2002. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 102(11), 1621.



- Van der Beek A.J., Frings-Dresen M.H., van Dijk F.J., Kemper H.C., Meijman T.F., 1993. Loading and unloading by lorry drivers and musculoskeletal complaints. *Int. J. Ind. Ergon.* 12(1), 13-23.
- Van der Beek, A. J., & Frings-Dresen, M. H. W., 1995. Physical workload of lorry drivers: a comparison of four methods of transport. *Ergonomics*, 38(7), 1508-1520.
- Van der Beek, A. J., Mathiassen, S. E., Windhorst, J., & Burdorf, A., 2005. An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding. *Applied ergonomics*, 36(2), 213-222.
- Van der Beek, A. J., et Frings-Dresen, M. H., 1998. Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occupational and environmental medicine*, 55(5), 291-299.
- Van Wassenhove, W., 2014. Modèle de Karasek. *Dictionnaire des risques psychosociaux*, 170-174.
- Vézina M, Cloutier E, Stock S, Lippel K, Fortin É, Delisle A, St-Vincent M, Funes A, Duguay P, Vézina S, Prud'homme P, 2011. Enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi, et de santé et de sécurité du travail (EQCOTESST). Québec. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail - Institut national de santé publique du Québec et Institut de la statistique du Québec. <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-691.pdf> (accessed 26-02-18).
- Viestner, L., Verhagen, E. A., Hengel, K. M. O., Koppes, L. L., van der Beek, A. J., & Bongers, P. M., 2013. The relation between body mass index and musculoskeletal symptoms in the working population. *BMC musculoskeletal disorders*, 14(1), 238.
- Viikari-Juntura, E., Rauas, S., Martikainen, R., Kuosma, E., Riihimäki, H., Takala, E. P., et Saarenmaa, K., 1996. Validity of self-reported physical work load in epidemiologic studies on musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment et health*, 251-259.
- Vogt, J. J., Foehr, R., Kirsch, J., Golle, F., & Meyer-Schwartz, M. T., 1970. Estimation des charges de travail et des charges de chaleur en situation réelle de travail: principes et applications d'une nouvelle méthodologie. *Le Travail Humain*, 125-139.

- Wells, R., Norman, R., Neumann, P., Andrews, D., Frank, J., Shannon, H., et Kerr, M., 1997. Assessment of physical work load in epidemiologic studies: common measurement metrics for exposure assessment. *Ergonomics*, 40(1), 51-61.
- Westerling, D., & Kilbom, Å., 1981. Physical strain in the handling of gas cylinders. *Ergonomics*, 24(8), 623-632.
- Williamson, A., & Friswell, R., 2013. The effect of external non-driving factors, payment type and waiting and queuing on fatigue in long distance trucking. *Accident Analysis & Prevention*, 58, 26-34.
- Winkel, J., et Mathiassen, S. E., 1994. Assessment of physical work load in epidemiologic studies: concepts, issues and operational considerations. *Ergonomics*, 37(6), 979-988.
- Wu, H. C. & Wang, M. J. J., 2001. Determining the maximum acceptable work duration for high-intensity work. *European journal of applied physiology*. 85(3-4). 339-344.
- Wu, H. C. & Wang, M. J. J., 2002. Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*. 45(4). 280-289.
- Yu S, Nakata A, Gu G, Swanson NG, He L, Zhou W, Wang S., 2013. Job strain, effort-reward imbalance and neck, shoulder and wrist symptoms among Chinese workers. *Ind. Health*. 51(2), 180-192.

# ANNEXE A CERTIFICAT DE CONFORMITÉ ÉTHIQUE

POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

LE GÉNIE  
EN PREMIÈRE CLASSE



## CERTIFICAT DE CONFORMITÉ ÉTHIQUE

Le 31 mars 2016

Mme Nathalie de Marcellis-Warin  
M. Yuvin Chinniah  
M. Martin Trépanier  
M. Daniel Imbeau  
Département de mathématiques et de génie industriel

Mme Nancy Beauregard  
École de relations industrielles, Université de Montréal

N/Réf : Dossier CÉR-15/16-27 (UBR: 3250954)

Mesdames, Messieurs,

J'ai le plaisir de vous informer que les membres du Comité d'éthique de la recherche (CÉR) ont procédé à l'évaluation en comité restreint de votre projet de recherche intitulé «*Identification et prévention des risques en SST chez les chauffeurs d'Air Liquide*».

Les membres du CÉR ayant examiné votre projet en ont recommandé l'approbation sur la base de la documentation amendée que vous nous avez fait parvenir hier.

Veuillez noter que le présent certificat est valable pour une durée d'un an, soit du **31 mars 2016 au 30 mars 2017**, pour le projet tel que soumis au Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains.

Nous vous saurions gré de nous faire parvenir un bref **rapport annuel** (<http://www.polymtl.ca/recherche/documents-officiels-et-formulaires>) afin de renouveler votre certificat **au moins un mois avant l'expiration du présent certificat**. La secrétaire du Comité d'éthique de la recherche avec des sujets humains devra également être informée de toute modification qui pourrait être apportée ultérieurement au protocole expérimental, de même que de tout problème imprévu pouvant avoir une incidence sur la santé et la sécurité des personnes impliquées dans le projet de recherche (sujets, professionnels de recherche ou chercheurs).

Je vous souhaite bonne chance dans la poursuite de vos travaux,

Delphine Périé-Curnier, présidente  
Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

c.c.: Céline Roehrig (DRIAI), Nathalie Daigle, Danielle Bilodeau (BRCDT), Brigitte Coté (Finances), Simon Hobeila (UdeM)

### Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

Pavillon principal  
Téléphone : 514 340-4990  
Télocopieur : 514 340-4992  
Céline Roehrig  
Secrétaire du Comité d'éthique de la recherche  
Courriel : celine.roehrig@polymtl.ca

### Membres remplaçants du comité :

Marie-Josée Bernard, avocate et éthicienne  
Michel Bergeron, éthicien  
Marie Bourquill, mathématiques et génie industriel  
Yuvin Chinniah, mathématiques et génie industriel  
Sophie De Serres, IRSST  
Thomas Gervais, génie physique  
Frédéric Lefebvre, génie physique  
Anik Nadeau, avocate  
Delphine Périé-Curnier, génie mécanique\*  
Rodie Petit, juriste et éthicienne  
Jean-Marc Robert, mathématiques et génie industriel  
\* présidente du Comité

Campus de l'Université de Montréal  
2900, boul. Édouard-Montpetit  
2500, chemin de Polytechnique  
Montréal (Québec) Canada H3T 1J4

Adresse postale  
C.P. 6079, succ. Centre-Ville  
Montréal (Québec) Canada H3C 3A7

## ANNEXE B FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

### **Titre du projet de recherche :**

Identification et prévention des risques en santé et sécurité du travail chez les chauffeurs de la compagnie.

### **Équipe de recherche :**

Nathalie de Marcellis-Warin, Ph. D.  
 Professeure-Chercheure  
 Dép. de mathématiques et de génie industriel  
 Polytechnique Montréal  
 C.P. 6079, succ. Centre-ville  
 Montréal (Québec) H3C 3A7  
 Tél. (514) 340-4711 poste 4127  
 Courriel : [nathalie.demarcellis-warin@polymtl.ca](mailto:nathalie.demarcellis-warin@polymtl.ca)

Yuvinn Chinniah, ing., Ph. D.  
 Professeur-Chercheur  
 Dép. de mathématiques et de génie industriel  
 Polytechnique Montréal  
 C.P. 6079, succ. Centre-ville  
 Montréal (Québec) H3C 3A7  
 Tél. (514) 340-4711 poste 2268  
 Courriel : [yuvinn.chinniah@polymtl.ca](mailto:yuvinn.chinniah@polymtl.ca)

Martin Trépanier, ing., Ph. D.  
 Professeur-Chercheur  
 Dép. de mathématiques et de génie industriel  
 Polytechnique Montréal  
 C.P. 6079, succ. Centre-ville  
 Montréal (Québec) H3C 3A7  
 Tél. (514) 340-4711 poste 4911  
 Courriel : [martin.trepanier@polymtl.ca](mailto:martin.trepanier@polymtl.ca)

Daniel Imbeau, ing., Ph. D.  
 Professeur-Chercheur  
 Dép. de mathématiques et de génie industriel  
 Polytechnique Montréal  
 C.P. 6079, succ. Centre-ville  
 Montréal (Québec) H3C 3A7  
 Tél. (514) 340-4711 poste 4868  
 Courriel : [daniel.imbeau@polymtl.ca](mailto:daniel.imbeau@polymtl.ca)

Nancy Beauregard, Ph. D.  
 Professeure-Chercheure  
 École de relations industrielles  
 Université de Montréal  
 Tél. (514) 343-6111, poste 2484  
 Courriel : [nancy.beauregard.2@umontreal.ca](mailto:nancy.beauregard.2@umontreal.ca)

**Préambule :**

Vous êtes un chauffeur de Vrac ou de Cueillettes et Livraisons (P&D) ou un superviseur employé à temps plein chez la compagnie.

Nous sollicitons votre participation en tant qu'employé de la compagnie à un projet de recherche visant à dresser un portrait des risques en santé et en sécurité du travail (SST) chez les chauffeurs.

Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au directeur de recherche ou aux autres membres de l'équipe de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui ne serait pas clair.

**Présentation du projet de recherche et de ses objectifs :**

Un projet de recherche, commandité en partie par la compagnie et par Mitacs, un organisme subventionnaire fédéral indépendant, a été élaboré afin d'identifier et éventuellement aider à prévenir les risques de santé et de sécurité du travail chez les chauffeurs de la compagnie.

Nous sollicitons votre participation pour un projet de recherche visant à analyser les risques liés à l'ergonomie, les risques liés à la santé et à la sécurité du travail et aux pratiques sécuritaires du travail chez les chauffeurs.

Les objectifs spécifiques pour ce projet sont :

- a. tracer le portrait de la santé musculosquelettique (blessures ou douleurs aux muscles, tendons ou nerfs) des chauffeurs et de ses déterminants tels qu'ils sont perçus par les chauffeurs et leurs superviseurs;
- b. décrire de façon détaillée le travail de chauffeur de façon à en faire ressortir les éléments de risque liés à l'ergonomie et à la santé et la sécurité du travail;
- c. identifier les facteurs explicatifs liés à l'environnement immédiat de travail, les équipes de travail et l'organisation entourant les pratiques sécuritaires du travail.

Afin d'atteindre nos objectifs, nous vous demandons, en tant que chauffeur ou superviseur, de participer à une collecte de données qui vise à dresser un diagnostic organisationnel des activités des chauffeurs et à dresser un portrait détaillé des risques professionnels reliés à votre travail.

Afin de participer à la présente étude, vous devez être majeur et employé à temps plein chez la compagnie.

**Nature et durée de votre participation au projet de recherche :**

En tant que chauffeur ou superviseur de la compagnie, votre participation à la collecte de données consiste à **répondre à un questionnaire**. Ce questionnaire portera sur les contraintes physiques au

travail, l'environnement psychosocial, la santé musculosquelettique (TMS) ainsi que l'identification des facteurs explicatifs liés à l'environnement immédiat de travail, les équipes de travail et l'organisation.

Le questionnaire vous sera acheminé par la poste ou par courrier interne à votre base. Une enveloppe affranchie est prévue afin de retourner le questionnaire dûment rempli et le formulaire de consentement dûment signé à **l'École Polytechnique de Montréal**.

**Il est important de souligner que nous ne travaillons pas pour la compagnie. Nous sommes une équipe de recherche indépendante financée en partie par la compagnie, mais également par un organisme subventionnaire fédéral. Nous ne sommes pas là pour évaluer la qualité de votre travail, mais bien pour dresser un portrait détaillé des risques SST liés à votre travail. Aucun questionnaire ne sera vu ou partagé à la compagnie.**

Vous répondrez au questionnaire par vous-même dans une salle prévue à cet effet à votre base de travail pendant vos heures de travail régulières. Le questionnaire prend entre 45 minutes et 1 heure à répondre. Nous vous demandons de répondre au mieux de votre connaissance, toutefois, vous êtes libre de ne pas répondre à toutes les questions si vous ne savez pas ou si vous ne voulez pas.

**Avantages pouvant découler de votre participation au projet de recherche :**

L'intérêt pour vous de participer à cette étude est que vous contribuez directement à l'amélioration de vos propres conditions de travail relativement à la santé et à la sécurité du travail. Toutefois, vous ne retirerez aucun bénéfice personnel ou pécuniaire de votre participation.

**Inconvénients pouvant découler de votre participation au projet de recherche :**

Votre participation à cette étude n'entraînera aucun inconvénient puisqu'elle se déroule dans le cadre de votre travail normal et habituel. Vous répondrez au questionnaire pendant les heures régulières de travail. La compagnie s'assurera de planifier votre journée de travail pour tenir compte des délais occasionnés par la passation du questionnaire durant votre journée de travail.

**Risques pouvant découler de votre participation au projet de recherche :**

La présente étude ne présente aucun risque que ce soit à votre santé ou à votre sécurité au-delà des risques inhérents à votre travail habituel. Vous pourriez éventuellement ne pas savoir quoi répondre à une question. Dans une telle éventualité, sentez-vous bien à l'aise de ne pas répondre à la question. Outre les sentiments parfois négatifs que peut engendrer le fait de réfléchir à votre santé et sécurité du travail ou à vos conditions de travail, la participation à ce projet ne comporte aucun risque et ne doit vous occasionner aucun problème. Néanmoins, dans le cas peu probable où vous ressentiriez un inconfort relié à la réflexion suscitée par votre participation, vous pouvez contacter le Programme d'aide aux employés de votre entreprise (PAE), géré par la compagnie Shepell-FGI, aux coordonnées suivantes :

En français : 1-800-361-5676

En anglais : 1-800-387-4765  
www.travailsantevie.com

Ce service est accessible 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.  
Le coût du programme est entièrement pris en charge par la compagnie.

Pour en savoir plus sur les services offerts par le PAE, communiquez avec un représentant de la compagnie Shepell-FGI.

#### **Compensation financière :**

Vous ne recevrez aucune compensation financière pour votre participation à cette étude.

#### **Indemnisation en cas de préjudice et droits du participant :**

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit par suite de votre participation à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, ou l'établissement de leurs responsabilités légales et professionnelles.

#### **Participation volontaire et possibilité de retrait :**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer en ne répondant pas au questionnaire en pièce jointe.

Vous pouvez également refuser de répondre à l'une ou l'autre des questions du questionnaire pour quelque raison que ce soit. Dans ce cas, ne répondez simplement pas à la question (laisser la question en blanc).

Les chercheurs ou le comité de la recherche de l'École Polytechnique pourront retirer les participants sans leur consentement, s'ils ne respectent pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives d'abandonner le projet, notamment pour des raisons de sécurité et de faisabilité.

#### **Confidentialité :**

Seuls les renseignements nécessaires à la bonne conduite du projet de recherche seront recueillis dans le cadre de la présente étude. Ces renseignements peuvent comprendre les informations concernant votre perception des risques, votre position, votre expérience chez la compagnie. **Tous les renseignements recueillis au cours du projet de recherche demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi.** Afin de préserver votre identité et la confidentialité de ces renseignements, vous ne serez identifié que par un code qui vous sera attribué. **N'inscrivez pas votre nom sur le questionnaire.**

Les questionnaires seront conservés sous clé dans les bureaux des chercheurs. Les réponses aux questions seront entrées dans une base de données numérique et conservées dans un ordinateur protégé par un code et à accès limité à l'École Polytechnique de Montréal et à l'Université de Montréal. Les chercheurs responsables utiliseront les données du projet de recherche pour les simples fins du projet de recherche.

Les données du projet de recherche pourront être publiées dans des revues scientifiques ou partagées avec d'autres personnes lors de discussions scientifiques. Toutefois, aucune publication ou communication scientifique ne renfermera quelque information que ce soit pouvant permettre de vous identifier. À des fins de surveillance et de contrôle, le dossier de recherche pourra être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche de l'École Polytechnique de Montréal ainsi que de l'Université de Montréal ou encore une personne mandatée par les organismes subventionnaires.

de recherche. Toutes ces personnes et ces organismes adhèrent à une politique de confidentialité.

Vous avez le droit de consulter les enregistrements et notes prises lors de la rencontre aussi longtemps que le chercheur responsable de l'étude détient ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique de l'étude, vous n'aurez accès à certaines de ces informations qu'une fois l'étude terminée. Les données seront conservées pour une durée de 10 ans et détruites après cette période.

**Personnes ressources :**

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Nathalie de Marcellis-Warin au (514) 340-4711, poste 4127 et par courriel à [nathalie.demarcellis-warin@polymtl.ca](mailto:nathalie.demarcellis-warin@polymtl.ca), ou avec Nancy Beauregard au (514) 343-2484, par courriel à [nancy.beauregard.2@umontreal.ca](mailto:nancy.beauregard.2@umontreal.ca).

Si vous avez des questions concernant votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la présidente du Comité d'éthique de la recherche de l'École Polytechnique, Mme Delphine Périé-Curnier, au (514) 340-4711, poste 4437 ou par courriel à [delphine.perie@polymtl.ca](mailto:delphine.perie@polymtl.ca).



**Consentement :**

En retournant le questionnaire dûment complété, vous acceptez de participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Veuillez garder une copie du présent document.

---

Nom du participant en lettres moulées

---

Date

---

Signature du participant de recherche

Je m'engage, à la demande du participant, à lui expliquer la nature de sa participation au présent projet de recherche et à répondre aux questions qu'il a à cet égard. Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter la liberté de participation du participant, il demeure libre de mettre un terme à sa participation à tout moment, et ce, sans subir le moindre préjudice. Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter les modalités décrites dans le présent formulaire d'information et de consentement et déclare en avoir remis une copie signée au participant.

---

Nom du chercheur en lettres moulées

---

Date

---

Signature du chercheur

## ANNEXE C QUESTIONNAIRE



**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL**

**Université   
de Montréal**

### **Projet 030410**

**Identification et prévention des risques SST chez les  
conducteurs de véhicules transportant des matières  
dangereuses**

**Questionnaire Chauffeurs**

## INTRODUCTION

Nous vous remercions de participer à l'*Enquête sur la santé et la sécurité du travail* chez la compagnie. Votre contribution fait une grande différence dans la capacité de l'équipe de recherche à dresser un portrait représentatif de la réalité des chauffeurs chez la compagnie, votre réalité. Nous sommes convaincus que les réponses apportées par ce projet supporteront de manière complémentaire les efforts actuels de prévention en santé et sécurité du travail déployés chez la compagnie, et comporteront des bénéfices directs pour vous.

Avant de continuer, veuillez lire attentivement les consignes suivantes :

- ✓ **Tous les renseignements recueillis pour cette enquête resteront strictement confidentiels.**
- ✓ **Nous vous demandons de répondre à chacune des questions au meilleur de votre connaissance. Vous êtes libre de ne pas répondre à une question si vous le désirez.**
- ✓ **Votre participation au présent projet est volontaire. Vous êtes libre de vous retirer à tout moment sans avoir à motiver votre décision et sans risquer de subir de préjudice. Advenant votre décision de cesser votre participation au présent projet, vous pourrez demander le retrait immédiat des informations que vous aurez fournies.**

## SECTION 1. CONTACT

**Cette section vise à offrir des informations sur votre établissement de travail. Tout comme pour l'ensemble du questionnaire, veuillez INSCRIRE ou ENCERCLER la situation qui s'applique à vous.**

Site

**Inscrivez la ville de l'établissement.**

ID\_TOWN

---

Superviseur

**Inscrivez le nom complet de votre supérieur immédiat.**

ID\_SUPERVISOR

---

Type d'employeur

**Indiquez le type d'employeur pour lequel vous travaillez.**

ID\_EMPLOYER

1. Compagnie                      2. Sous-traitant

Division

**Indiquez pour quelle division vous travaillez.**

ID\_DIVISION

1. Vrac (Bulk)                                      2. Cueillettes et Livraisons (C&L)

Date d'administration du questionnaire

**Inscrivez la date d'aujourd'hui.**

DATE

JJ	MM	AAAA
----	----	------

--	--	--

**Inscrivez l'heure de début (p.ex., 6:30).**

START

---

## SECTION 2. CARACTERISTIQUES DU PARTICIPANT

Les questions suivantes permettent de recueillir d'importants renseignements de base sur vous.

Age

Quel âge avez-vous ? ..... ans

AGE

Sexe

1. Masculin

2. Féminin

DHH\_SEX

État matrimonial

Quel est votre état matrimonial ?

STATMAR

1. ... marié?
2. ... en union libre ou conjoint de fait ?
3. ... veuf ?
4. ... séparé?
5. ... divorcé?
6. ... célibataire, jamais marié?

Éducation

Quel est le plus haut certificat ou diplôme que vous avez obtenu ?

EDU

1. Aucun diplôme ou certificat d'études postsecondaires
2. Diplôme ou certificat de métier d'une école de métiers ou à la suite d'une période d'apprentissage (p.ex., DEP, DES)
3. Diplôme ou certificat non universitaire d'un collège communautaire, CEGEP, école de sciences infirmières, etc.
4. Certificat universitaire inférieur au baccalauréat
5. Baccalauréat
6. Diplôme ou certificat universitaire supérieur au baccalauréat

Revenu

**Au mieux de vos connaissances, pour les 12 derniers mois, à combien estimez-vous le revenu total familial (c.-à.d., de tous les membres du ménage provenant de toutes sources, avant impôts et autres retenues) ?**

INC\_FAM

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| Revenu



1. Je ne fais pas d'activité physique et je ne pense pas commencer à en faire au cours des 6 prochains mois
2. Je ne fais pas d'activité physique mais je pense commencer à en faire au cours des 6 prochains mois
3. Je fais un peu d'activité physique mais pas sur une base régulière
4. Je fais régulièrement de l'activité physique mais j'ai commencé cette pratique seulement au cours des 6 derniers mois
5. Je fais régulièrement de l'activité physique et cela depuis plus de 6 mois

**Quelle(s) activité(s) physique(s) pratiquez-vous ? (p.ex. marche, course, chasse, hockey, etc.)**

ACTPHY\_03

Activité 1 : \_\_\_\_\_

Activité 2 : \_\_\_\_\_

Activité 3 : \_\_\_\_\_

### Taille et Poids

**Combien mesurez-vous sans chaussures ?**

HEIGHT

\_\_\_\_\_ mètres                      ou                      \_\_\_\_\_ pieds \_\_\_\_\_ pouces

**Combien pesez-vous ?**

WEIGHT

\_\_\_\_\_ livres                      ou                      \_\_\_\_\_ kilogrammes

### Alimentation

**Encerclez la réponse qui décrit le mieux votre situation, entre « jamais », « de temps en temps », « la plus part du temps », à « toujours ». De façon générale, prenez-vous :**

	Jamais	De temps en temps	La plupart du temps	Toujours	
Déjeuner	1	2	3	4	MSK_01A
Diner	1	2	3	4	MSK_01B
Souper	1	2	3	4	MSK_01C
Collations	1	2	3	4	MSK_01D







## SECTION 4. CONDITIONS DE TRAVAIL

### Profession

**Quel est le titre du poste que vous occupez chez la compagnie ?**

JOB\_01

---

**Depuis combien de temps occupez-vous ce poste chez la compagnie ?**

JOB\_02

---

### Horaire de travail

**Lors de quel(s) quart(s) travaillez-vous le plus régulièrement ?**

HOURS\_01

1. Jour
2. Soir
3. Nuit
4. Alternant (combinaison de jour, soir, nuit). Spécifier la cédule de rotation (p.ex., 5 Jours – 2 Nuits)

---

**En moyenne, combien d'heures par semaine travaillez-vous habituellement en temps régulier ?**

HOURS\_02

\_\_\_\_\_ Heures

**En moyenne, combien d'heures par semaine travaillez-vous habituellement en temps supplémentaire ?**

HOURS\_03

\_\_\_\_\_ Heures

### Environnement du travail

**Les prochaines questions visent à mieux comprendre votre environnement de travail actuel.**

**Dans le cadre de votre travail, indiquez dans quelle mesure les énoncés suivants correspondent à votre situation. Encerclez une réponse par énoncé, en précisant si vous êtes «fortement en désaccord », « en désaccord », « d'accord » ou « fortement d'accord »:**

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
1. Mon travail exige que j'apprenne des nouvelles choses	1	2	3	4	JCQ_01
2. Mon travail exige un niveau élevé de qualifications	1	2	3	4	JCQ_02
3. Dans mon travail, je dois faire preuve de créativité	1	2	3	4	JCQ_03
4. Mon travail consiste à refaire toujours les mêmes choses	1	2	3	4	JCQ_04
5. J'ai la liberté de décider comment je fais mon travail	1	2	3	4	JCQ_05
6. Mon travail me permet de prendre des décisions de façon autonome	1	2	3	4	JCQ_06
7. J'ai passablement d'influence sur la façon dont les choses se passent à mon travail	1	2	3	4	JCQ_07
8. Au travail, j'ai l'opportunité de développer mes habiletés personnelles	1	2	3	4	JCQ_08
9. Mon travail exige d'aller très vite	1	2	3	4	JCQ_09
10. Mon travail exige de travailler très fort mentalement	1	2	3	4	JCQ_10
11. On me demande de faire une quantité excessive de travail	1	2	3	4	JCQ_11

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
12. J'ai suffisamment de temps pour faire mon travail	1	2	3	4	JCQ_12
13. Je reçois des demandes contradictoires de la part des autres. (Ces demandes peuvent provenir de différents groupes : supérieurs, collègues, clientèle, etc.)	1	2	3	4	JCQ_13
14. Mon travail m'oblige à me concentrer intensément pendant de longues périodes	1	2	3	4	JCQ_14
15. Ma tâche est souvent interrompue avant que je ne l'ai terminée, je dois alors y revenir plus tard	1	2	3	4	JCQ_15
16. Mon travail est très mouvementé	1	2	3	4	JCQ_16
17. Je suis souvent ralenti dans mon travail parce que je dois attendre que les autres aient terminé le leur	1	2	3	4	JCQ_17
18. Mon supérieur immédiat se soucie du bien-être des personnes qui sont sous son autorité	1	2	3	4	JCQ_18
19. Mon supérieur immédiat prête attention à ce que je dis	1	2	3	4	JCQ_19
20. Mon supérieur immédiat a une attitude hostile ou conflictuelle envers moi	1	2	3	4	JCQ_20
21. Mon supérieur immédiat facilite la réalisation du travail	1	2	3	4	JCQ_21

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
22. Mon supérieur immédiat réussit à faire travailler les gens ensemble	1	2	3	4	JCQ_22
23. Les collègues avec qui je travaille sont qualifiés pour accomplir leurs tâches	1	2	3	4	JCQ_23
24. Les collègues avec qui je travaille s'intéressent personnellement à moi	1	2	3	4	JCQ_24
25. Les collègues avec qui je travaille ont une attitude hostile ou conflictuelle envers moi	1	2	3	4	JCQ_25
26. Les collègues avec qui je travaille sont amicaux	1	2	3	4	JCQ_26
27. Les collègues avec qui je travaille s'encouragent mutuellement à travailler ensemble	1	2	3	4	JCQ_27
28. Les collègues avec qui je travaille facilitent la réalisation du travail	1	2	3	4	JCQ_28

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
1. Je suis constamment pressé par le temps à cause d'une forte charge de travail	1	2	3	4	ERI_01
2. Je suis constamment interrompu et dérangé dans mon travail	1	2	3	4	ERI_02

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
3. J'ai beaucoup de responsabilités à mon travail	1	2	3	4	ERI_03
4. Je suis souvent contraint à faire des heures supplémentaires	1	2	3	4	ERI_04
5. Mon travail exige des efforts physiques	1	2	3	4	ERI_05
6. Au cours des dernières années, mon travail est devenu de plus en plus exigeant	1	2	3	4	ERI_06
7. Je reçois le respect que je mérite de mes supérieurs	1	2	3	4	ERI_07
8. Je reçois le respect que je mérite de mes collègues	1	2	3	4	ERI_08
9. Au travail, je bénéficie d'un soutien satisfaisant dans les situations difficiles	1	2	3	4	ERI_09
10. On me traite injustement à mon travail	1	2	3	4	ERI_10
11. Vu tous mes efforts, je reçois le respect et l'estime que je mérite à mon travail	1	2	3	4	ERI_11
12. Mes perspectives de promotion sont faibles	1	2	3	4	ERI_12
13. Ma position professionnelle actuelle correspond bien à ma formation	1	2	3	4	ERI_13
14. Vu tous mes efforts, mes perspectives de promotion sont satisfaisantes	1	2	3	4	ERI_14

	<b>Fortement en désaccord</b>	<b>En désaccord</b>	<b>D'accord</b>	<b>Fortement d'accord</b>	
15. Vu tous mes efforts, mon salaire est satisfaisant	1	2	3	4	ERI_15
16. Je suis en train de vivre ou je m'attends à vivre un changement indésirable dans ma situation de travail	1	2	3	4	ERI_16
17. Ma sécurité d'emploi est menacée	1	2	3	4	ERI_17
18. Au travail, il m'arrive fréquemment d'être pressé par le temps	1	2	3	4	ERI_18
19. Je commence à penser à des problèmes au travail dès que je me lève le matin	1	2	3	4	ERI_19
20. Quand je rentre à la maison, j'arrive facilement à me décontracter et à oublier tout ce qui concerne mon travail	1	2	3	4	ERI_20
21. Mes proches disent que je me sacrifie trop pour mon travail	1	2	3	4	ERI_21
22. Le travail me trotte encore dans la tête quand je vais au lit	1	2	3	4	ERI_22
23. Quand je remets à plus tard quelque chose que je devrais faire le jour même, j'ai du mal à dormir le soir	1	2	3	4	ERI_23



**Dans le cadre de votre travail, à quelle fréquence êtes-vous exposé à chacune des situations suivantes. Encerclez une réponse par énoncé, en précisant si cela est « jamais », « de temps en temps », « souvent » ou « tout le temps » :**

	Jamais	De temps en temps	Souvent	Tout le temps	
1. Travailler les mains au-dessus des épaules	1	2	3	4	PHYS_01
2. Travailler le dos penché en avant ou de côté, ou avec une torsion du dos (dos tordu ou «twisté»)	1	2	3	4	PHYS_02
3. Effectuer des gestes répétitifs à l'aide des mains ou des bras	1	2	3	4	PHYS_03
4. Effectuer des gestes de précision. (p.ex., saisir du bout des doigts, aligner un outil ou une pièce ou contrôler finement ses mouvements.)	1	2	3	4	PHYS_04
5. Fournir des efforts en utilisant des outils, des machines ou de l'équipement	1	2	3	4	PHYS_05
6. Manier sans aide des charges lourdes. (p.ex., soulever, porter, transporter des charges comme des bonbonnes, des caisses, etc.)	1	2	3	4	PHYS_06
7. Subir des vibrations provenant d'outils à main. (Vibrations des mains ou des bras)	1	2	3	4	PHYS_07
8. Subir des vibrations provenant de grosses machines (p.ex., camion, remorque, chariot élévateur) ou du sol (Vibrations dans tout le corps)	1	2	3	4	PHYS_08

	Jamais	De temps en temps	Souvent	Tout le temps	
9a. Respirer des vapeurs de solvants tels que dégraissant, peinture à l'huile, vernis, colle, Varsol, térébenthine, etc. (Tenir compte de tous les produits qui contiennent des solvants)	1	2	3	4	PHYS_09a
9b. Respirer d'autres types de vapeurs (p.ex., diesel, huile à moteur, etc.)	1	2	3	4	PHYS_09b
10. Travailler dans un bruit si intense qu'il est difficile de tenir une conversation à quelques pieds ou à un mètre de distance, même en criant	1	2	3	4	PHYS_10
11. Diriez-vous que vous avez les moyens pour faire un travail de bonne qualité ?	1	2	3	4	PHYS_11
12. Avez-vous la possibilité de choisir ou de modifier votre cadence ou votre vitesse de travail ?	1	2	3	4	PHYS_12
13. Utilisez-vous un téléphone cellulaire dans le cadre de votre travail (personnel ou d'entreprise) ?	1	2	3	4	PHYS_13
14. Votre camion de livraison est-il muni d'une technologie main libre pour la téléphonie (actif ou non) ?	1	2	3	4	PHYS_14

**En général, dans quelle proportion du temps travaillez-vous en position debout ?**

1. Jamais
2. 25% du temps
3. 50% du temps
4. 75% du temps
5. Tout le temps

**En général, dans quelle proportion du temps travaillez-vous en position assise ?**

POS\_02

1. Jamais
2. 25% du temps
3. 50% du temps
4. 75% du temps
5. Tout le temps

**Lorsque vous travaillez debout, laquelle de ces situations s'applique à votre travail le plus souvent ?**

POS\_03

1. Avec possibilité de m'asseoir à volonté
2. Avec possibilité de m'asseoir à l'occasion
3. Sans possibilité de m'asseoir
8. Je ne travaille pas debout

**Quel niveau de concentration et d'attention votre travail exige-t-il ?**

MSK\_02

1. Très Faible
2. Faible
3. Moyen
4. Élevé

**Quel niveau d'exigences physiques (fatigue) votre travail entraine-t-il ?**

MSK\_03

1. Très faible
2. Faible
3. Moyen
4. Élevé
5. Très élevé

**A quelle tâche êtes-vous principalement affectée ?**

PHYS\_15

---

**Décrivez les principaux véhicules/équipements que vous utilisez pendant votre travail :**

PHYS\_16

1. Camion de livraison à transmission manuelle
2. Camion de livraison à transmission automatique
3. Autres

(Décrire) : \_\_\_\_\_

**Parmi toutes les activités que vous réalisez dans le cadre de votre travail, quelles sont les 3 que vous jugez les plus problématiques en termes de santé et de sécurité du travail ?**

**Activité 1.**

CSS\_01A

---



---

**Activité 2.**

CSS\_01B

---



---

**Activité 3.**

CSS\_01C

---



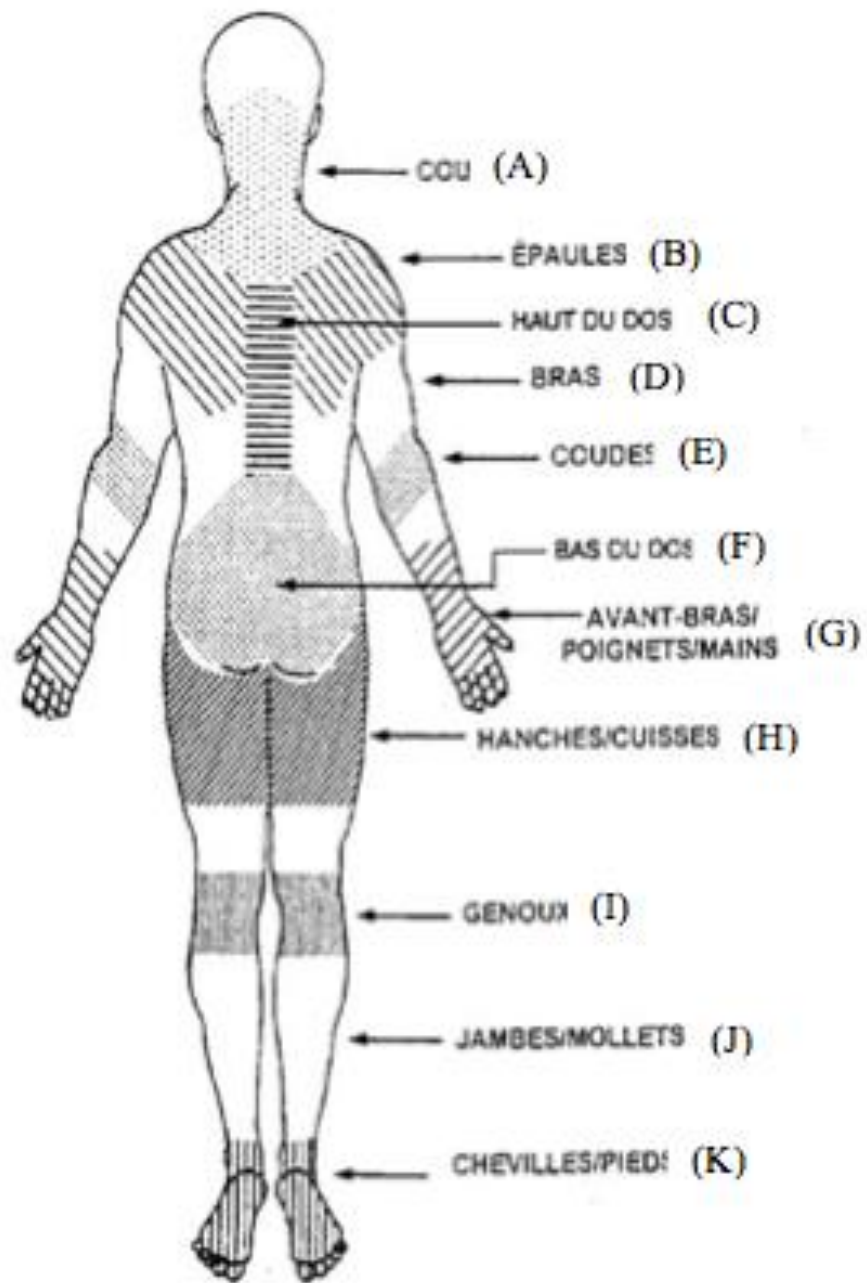
---

## **SECTION 5. EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE DU TRAVAIL**

### Troubles musculo-squelettiques

**Les questions suivantes concernent UNIQUEMENT les problèmes des muscles, des tendons, des os ou des articulations, qu'ils soient reliés au travail ou non. Pour vous aider à répondre à ces questions, consultez le schéma ci-dessous.**

## SCHEMA DES PARTIES DU CORPS



**CONSIGNES :** Veuillez-vous référer au schéma ci-haut (page 15). Encerclez, pour chaque partie du corps, la réponse qui correspond à votre situation. Si, au cours des 12 derniers mois, vous n'avez ressenti aucune douleur à aucune partie du corps, passez à la section « Accidents du travail » à la page 26.

## A) COU

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes au cou ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04A

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05A

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06A

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24A

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25A

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## B) ÉPAULES

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux épaules ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04B

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05B

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06B

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24B

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25B

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

### **C) HAUT DU DOS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes au haut du dos ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04C

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05C

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06C

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24C

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25C

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas



**D) BRAS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux bras ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04D

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05D

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si « oui », précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06D

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24D

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25D

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**E) COUDES**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux coudes ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04E

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05E

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06E

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24E

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25E

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## **F) BAS DU DOS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes au bas du dos ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04F

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05F

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06F

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24F

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25F

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## **G) AVANT-BRAS, POIGNETS OU MAINS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux avant-bras, poignets ou mains ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04G

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05G

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06G

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24G

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25G

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## **H) HANCHES OU CUISSES**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux hanches ou cuisses ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04H

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05H

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06H

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ?**

MSK\_24H

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25H

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## I) GENOUX

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux genoux ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04I

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05I

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06I

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24I

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25I

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## J) JAMBES OU MOLLETS

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux jambes ou mollets ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04J

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05J

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06J

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24J

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25J

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

## **K) CHEVILLES OU PIEDS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes aux chevilles ou pieds ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_04K

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_05K

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Si cette douleur était reliée au travail, précisez à quel aspect ou tâche de votre travail vous attribuez cette douleur :**

MSK\_06K

---

**Avez-vous ressenti des douleurs à cette partie au cours des 7 derniers jours ? Encerclez « 1 » si vous n'avez ressenti aucune douleur à cette région et passez à la partie du corps suivante.**

MSK\_24K

1. Aucune douleur    2. De temps en temps    3. Assez souvent    4. Tout le temps

**Selon vous, est-ce que cette douleur était reliée au travail ?**

MSK\_25K

2. Oui, entièrement    3. Oui, en partie    4. Non    8. Je ne sais pas

**Parmi l'ensemble des parties du corps où vous avez ressenti de la douleur au cours des 12 derniers mois, indiquez LAQUELLE vous a le plus dérangé ? (N'encerclez qu'une seule réponse).**

MSK\_07

- A. Cou
- B. Épaules
- C. Haut du dos
- D. Bras
- E. Coudes
- F. Bas du dos
- G. Avant-bras, poignets ou mains
- H. Hanches ou cuisses
- I. Genoux
- J. Jambes, mollets
- K. Chevilles ou pieds

**Considérant la douleur qui vous a le plus dérangé au cours des 12 derniers mois, quand avez-vous remarqué cette douleur pour la première fois ? Il y a...**

MSK\_08

- 1. Moins de 3 mois
- 2. De 3 mois à moins de 6 mois
- 3. De 6 mois à moins de 1 an
- 4. De 1 an à moins de 2 ans
- 5. 2 ans et plus

<b>Considérant la <u>douleur qui vous a le plus dérangé au cours des 12 derniers mois, avez-vous...</u></b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	
...cessé de travailler complètement à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_11
...cessé de travailler temporairement (ex. congé de maladie, accident du travail, etc.) à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_12
...changé d'employeur à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_13
...changé d'emploi dans la même entreprise à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_14
...changé de tâche ou de façon de travailler dans votre emploi régulier à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_15
...modifié vos outils, équipements, ou autres à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_16
...réduit vos heures de travail à cause de cette douleur ?	1	2	MSK_17
... consulté un médecin pour cette douleur ?	1	2	MSK_19
...vécu d'autres changements au travail à cause de cette douleur ?  Si « oui », précisez :  _____  _____  _____	1	2	MSK_18A  MSK_18B

**Considérant la douleur qui vous a le plus dérangé, au cours des 12 derniers mois, avez-vous reçu des traitements pour cette douleur ?**

CONSIGNES : Encerchez autant de réponses s'appliquant.

	Oui	Non	
Anti-inflammatoire oral (p.ex., Advil, Motrin, Aleve)	1	2	MSK_20A
Analgésique (p.ex., Tylenol)	1	2	MSK_20B
Myorelaxant oral (p.ex., Robaxacet)	1	2	MSK_20C
Infiltration par injection	1	2	MSK_20D
Massothérapie	1	2	MSK_20E
Physiothérapie	1	2	MSK_20F
Ergothérapie	1	2	MSK_20G
Orthèse	1	2	MSK_20H
Chiropractie	1	2	MSK_20I
Chirurgie	1	2	MSK_20J
Acuponcture	1	2	MSK_20K
Crème analgésique (p.ex., Myoflex, Antiphlogistine)	1	2	MSK_20L
Autres (précisez) :			MSK_20M

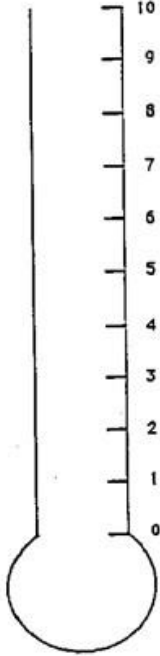
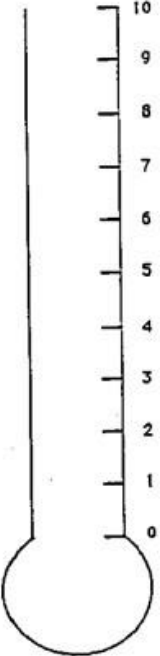


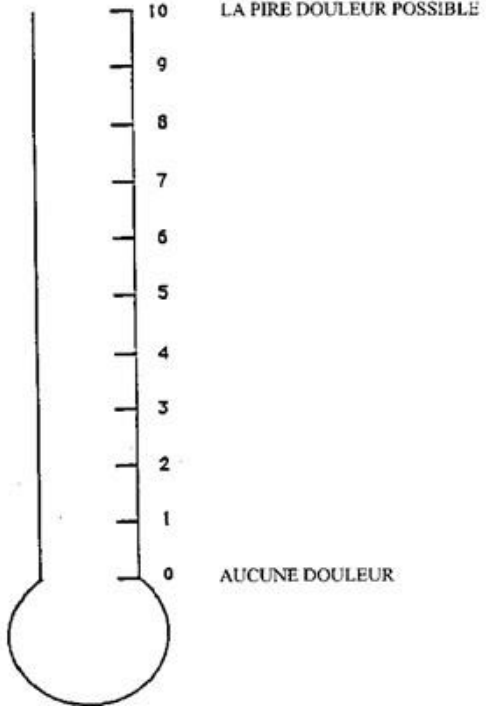
**Considérant la douleur qui vous a le plus dérangé, au cours des 12 derniers mois, est-ce que cette douleur que vous avez ressentie au cours de votre travail est :**

MSK\_21

1. Présente de façon continue
2. Présente après une période de travail continu de plus de 2 heures mais une fois apparue elle persiste pour le reste de la journée
3. Présente après une période de travail continu de plus de 2 heures mais diminue après une période de repos
4. Présente surtout en fin de journée
8. Je ne ressens aucune douleur pendant mon travail.

Pour la région (ou le site) où la douleur ressentie au cours des 12 derniers mois ayant été la plus dérangeante, indiquez le niveau de douleur ressenti sur une échelle de 0 (aucune douleur) à 10 (la pire douleur ressentie) sur le thermomètre de la douleur suivant :

<p><b>La plus <u>faible</u> douleur que vous avez ressentie à cette région ?</b></p> <p style="text-align: right;">MSK_22A</p> 	<p><b>La plus <u>forte</u> douleur que vous avez ressentie à cette région ?</b></p> <p style="text-align: right;">MSK_22C</p> 
<p><b>La douleur <u>moyenne</u> que vous avez ressentie à cette région ?</b></p> <p style="text-align: right;">MSK_22B</p>	

 <p>10 LA PIRE DOULEUR POSSIBLE</p> <p>9</p> <p>8</p> <p>7</p> <p>6</p> <p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0 AUCUNE DOULEUR</p>	
---	--

**Au cours des 12 derniers mois, durant combien de temps, au total, avez-vous dû vous absenter du travail à cause de cette douleur ?**

MSK\_09

1. Aucun arrêt de travail
2. Moins de 3 semaines
3. De 3 semaines à moins de 3 mois
4. De 3 mois à moins de 6 mois
5. Durant 6 mois et plus

**Indiquez UNE amélioration prioritaire qui pourrait être apportée pour vous aider à effectuer votre travail ou pour réduire le risque de développer des douleurs ou inconforts ? (Vous pouvez en indiquer plus d'une amélioration si vous le jugez nécessaire).**

CSS\_02

---

---

---

---

---

---

## Accidents du travail

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous subi un ou plusieurs accidents du travail, avec blessure, ayant entraîné une conséquence physique ou psychologique ?**

CONSIGNES : On exclut ici les douleurs qui ont été discutées à la section précédente (douleurs ou blessures musculaires). La blessure peut être grave ou légère. Si vous répondez « non », passez à la section « Quasi-accidents du travail ».

AT\_01

1. Oui

2. Non

**Si « oui », combien d'accidents du travail avec blessure avez-vous eu durant cette période ?**

AT\_02

---

**Concernant votre accident le plus récent, avez-vous subi :**

CONSIGNES : Encerclez toutes les réponses qui s'appliquent.

	Oui	Non	
1. Une fracture ?	1	2	AT_03A
2. Une brûlure ?	1	2	AT_03B
3. Une entorse ?	1	2	AT_03C
4. Une coupure ou lacération ?	1	2	AT_03D
5. Un mal de dos ?	1	2	AT_03E
6. Une ecchymose ou un bleu ?	1	2	AT_03F
7. Un autre type de blessure ?  Spécifier : <hr/>	1	2	AT_03G

**Avez-vous reçu des soins médicaux prodigués par un professionnel de la santé dans les 48 heures suivant la blessure ?**

1. Oui

2. Non

AT\_04A

**Avez-vous été admis à l'hôpital durant une nuit ou plus suivant la blessure ?**

1. Oui

2. Non

AT\_04B

**Au cours des 12 derniers mois, vous-êtes-vous absentes du travail à cause de cet accident ?**

1. Oui 2. Non

AT\_04C

**Combien de jours de travail au total avez-vous manqués durant les 12 derniers mois à cause de cet accident ?**

AT\_04D

---

**Avez-vous adressé une demande d'indemnisation à la CSST à cause de cet accident ?**

AT\_04E

1. Oui 2. Non

**Si « oui », par qui votre salaire a-t-il été payé durant cette période ?**

AT\_04F

1. L'employeur
2. Une banque de congés de maladie, de vacances ou d'heures supplémentaire
3. Une assurance-salaire
4. La CSST
5. L'assurance-emploi (chômage)
6. L'aide sociale (la sécurité du revenu)
7. Autres sources de revenu (précisez) :

---

8. Je n'ai reçu aucun revenu en lien avec cette absence

**Suite à cette blessure, conservez-vous une atteinte limitative permanente ou temporaire (une séquelle) ?**

AT\_04H

1. Oui 2. Non

**Quelle principale tâche faisiez-vous au moment de l'accident ?**

AT\_04I

---

**Quand cet accident est-il survenu ?**

AT\_04J

1. Au début de mon quart de travail
2. Pendant mon quart de travail
3. À la fin de mon quart de travail

**En raison de cet accident de travail, des modifications ont-elles été apportées à votre travail (p.ex., modification du poste ou du milieu de travail) ?**

1. Oui

2. Non

AT\_04K

Quasi-accidents du travail

**Nous nous intéressons ici aux quasi-accidents que vous avez pu vivre dans votre travail. Un quasi-accident représente un évènement qui n'a causé aucune blessure ni perte matérielles importantes, qui a eu un impact limité mais qui aurait néanmoins pu avoir des conséquences sérieuses (c.-à-d., blessures, pertes matérielles importantes).**

**Avez-vous eu au cours des 12 derniers mois un quasi-accident pendant que vous conduisiez (p.ex., transgresser les lignes doubles sur la route, appuyer brusquement sur les freins pour éviter une collision) ?**

1. Oui

2. Non

QAT\_01

**Si « oui », avez-vous rapporté cet évènement à votre supérieur immédiat ?**

1. Oui

2. Non

QAT\_02

**Avez-vous eu au cours des 12 derniers mois un quasi-accident pendant que vous déversiez le chargement de votre camion ?**

1. Oui

2. Non

QAT\_03

**Si « oui », avez-vous rapporté cet évènement à votre supérieur immédiat ?**

1. Oui

2. Non

QAT\_04

**Avez-vous eu au cours des 12 derniers mois, un quasi-accident dans toutes autres circonstances durant votre travail ?**

1. Oui

2. Non

QAT\_05

QAT\_06

**Si « oui », spécifiez :**

---



## État de santé général

**En général, diriez-vous que votre santé est :**

GEN\_01

1. Excellente
2. Très bonne
3. Bonne
4. Passable
5. Mauvaise

## Détresse psychologique

**Encerlez pour chaque question, la réponse qui s'applique, soit "tout le temps", "la plupart du temps", "quelques fois", "rarement" ou "jamais".**

**Au cours des 30 derniers jours, combien de fois avez-vous eu le sentiment ...**

	<b>Tout le temps</b>	<b>La plupart du temps</b>	<b>Quelques fois</b>	<b>Rarement</b>	<b>Jamais</b>	
1. ...d'être nerveux?	1	2	3	4	5	K6_01
2. ...d'être désespéré?	1	2	3	4	5	K6_02
3. ...d'être agité ou incapable de tenir en place ?	1	2	3	4	5	K6_03
4. ...d'être tellement déprimé que rien ne pouvait vous remonter le moral	1	2	3	4	5	K6_04
5. ...que tout vous demandait un effort ?	1	2	3	4	5	K6_05
6. ...de n'être bon à rien ?	1	2	3	4	5	K6_06

## SECTION 6. CULTURE DE SANTE ET DE SECURITE DU TRAVAIL

### Pratiques sécuritaires du travail

**Les prochaines questions traitent de votre perception de la sécurité du travail dans votre milieu de travail ainsi que certaines de vos propres pratiques sécuritaires de travail.**

**Précisez dans quelle mesure vous êtes en accord avec chacun de ces énoncés, de « fortement en désaccord », « ni en accord, ni en désaccord », à « fortement d'accord » :**

#### Au travail :

	Fortement en désaccord			Ni accord, ni désaccord			Fortement d' accord	
1. Je fais mon travail de manière sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_01
2. J'utilise tout l'équipement de protection (individuel et/ou collectif) nécessaire pour faire mon travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_02
3. J'utilise les méthodes et pratiques sécuritaires appropriées pour faire mon travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_03
4. Je m'assure de respecter les plus hauts critères de sécurité du travail quand je fais mon travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_04
5. J'utilise des outils ou équipements non défectueux	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_05

6. Je travaille selon un rythme sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_06
7. J'assure la propreté et le bon ordre de mon espace de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFP_07
8. Je participe à la promotion de la sécurité du travail dans mon milieu de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_01
9. Je fais des efforts supplémentaires pour améliorer la sécurité du travail dans mon milieu de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_02
10. J'aide mes collègues lorsqu'ils doivent faire des tâches comportant un risque ou un danger à la sécurité du travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_03
11. Je m'engage volontairement à faire des tâches ou des activités qui favorisent la sécurité du travail dans mon milieu de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_04
12. Je m'informe des risques ou dangers d'un travail à faire auprès d'un superviseur, du représentant à la prévention ou de mes collègues	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_05
13. Je suggère à mon superviseur une amélioration ou une mesure corrective	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_06
14. Je partage mes idées ou toute nouvelle information qui est d'intérêt à la sécurité du travail à mon superviseur, au représentant à la prévention ou à mes collègues	1	2	3	4	5	6	7	SAFI_07

Précisez dans quelle mesure vous êtes en accord avec chacun de ces énoncés, de « fortement en désaccord », « ni en accord, ni en désaccord », à « fortement d'accord ».

Mon supérieur immédiat :

	Fortement en désaccord			Ni accord,			Fortement d' accord	
1. ...s'assure que nous recevions tout l'équipement nécessaire pour faire notre travail de manière sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_01
2. ...vérifie fréquemment que nous suivons les règles de sécurité du travail, ainsi que les méthodes et pratiques sécuritaires de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_02
3. ...a des discussions avec nous sur comment améliorer la sécurité du travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_03
4. ...offre des explications (et pas seulement des sanctions) afin que nous travaillions de manière sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_04
5. ...met l'accent sur les méthodes sécuritaires de travail lorsque nous travaillons sous pression	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_05
6. ...rappelle fréquemment la présence des dangers associés à notre travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_06
7. ...refuse d'ignorer les méthodes et les pratiques sécuritaires de travail quand nous prenons du retard dans notre travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_07

**Mon supérieur immédiat :**

	Fortement en désaccord			Ni accord,			Fortement d' accord	
8. ...est strict quant aux règles de sécurité du travail lorsque nous sommes fatigués ou stressés	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_08
9. ...rappelle aux travailleurs qui en ont besoin de l'importance de travailler de manière sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_09
10. ...s'assure que nous suivions toutes les règles de sécurité du travail (et pas seulement celles qui sont importantes)	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_10
11. ...insiste pour que nous suivions les règles de sécurité du travail quand nous réparons de l'équipement, des outils ou de la machinerie	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_11
12. ...souligne par de « bons mots » les travailleurs qui portent une attention particulière à la sécurité du travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_12
13. ...est strict quant à la sécurité du travail en fin de quarts, lorsque nous voulons quitter pour la maison	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_13
14. ...prends le temps de nous assister afin que nous apprenions à voir les problèmes liés à la sécurité du travail <i>avant</i> qu'ils ne surviennent	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_14

**Mon supérieur immédiat :**

	Fortement en désaccord			Ni accord,			Fortement d' accord	
15. ...discute fréquemment de la sécurité du travail durant la semaine de travail	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_15
16. ...insiste pour que nous portions notre équipement de protection individuelle même si cet équipement est inconfortable	1	2	3	4	5	6	7	SAFC_16



## Leadership

**Les prochaines questions visent à examiner le leadership de votre supérieur immédiat.**

**À quelle fréquence votre supérieur immédiat vous donne-t-il du *feed-back* sur votre travail ?**

LMX\_1

1. Rarement
2. Occasionnellement
3. Quelquefois
4. Assez souvent
5. Très souvent

**Jusqu'à quel point votre supérieur immédiat comprend-il les problèmes que vous avez dans votre travail et vos besoins ?**

LMX\_2

1. Pas du tout
2. Un peu
3. Modérément
4. Pas mal
5. Beaucoup

**Jusqu'à quel point votre supérieur immédiat reconnaît-il votre potentiel ?**

LMX\_3

1. Pas du tout
2. Un peu
3. Modérément
4. Pas mal
5. Beaucoup

**Indépendamment de la position hiérarchique qu'a votre supérieur immédiat, quelles sont les chances qu'il exerce son pouvoir pour vous aider à résoudre les problèmes que vous avez dans votre travail ?**

LMX\_4

1. Aucune
2. Petites
3. Modérées



4. Grandes
5. Très grandes

**Indépendamment de la position hiérarchique qu'a votre supérieur immédiat, quelles sont les chances qu'il exerce son pouvoir pour vous aider à vous tirer d'affaires si cela s'avérait nécessaire ?**

LMX\_5

1. Aucune
2. Petites
3. Modérées
4. Grandes
5. Très grandes

**Est-ce que vous avez assez confiance en votre supérieur immédiat pour être prêt à défendre ses décisions en son absence ?**

LMX\_6

1. Pas du tout
2. Peu
3. Neutre
4. Assez
5. Tout à fait

**Comment décrivez-vous votre relation avec votre supérieur immédiat ?**

LMX\_7

1. Extrêmement inefficace
2. Pire que la moyenne
3. Moyenne
4. Meilleure que la moyenne
5. Extrêmement efficace

Connaissances SST

**Précisez dans quelle mesure vous êtes en accord avec chacun de ces énoncés, de « fortement en désaccord », « ni en accord, ni en désaccord », à « fortement en accord ».**

**Au travail :**

	Fortement en désaccord			Ni en accord, ni en désaccord			Fortement d' accord	
1. Je connais mes droits et mes obligations en matière de santé et de sécurité du travail	1	2	3	4	5	6	7	CSS_07
2. Je connais les droits et les obligations de mon employeur en matière de santé et de sécurité du travail	1	2	3	4	5	6	7	CSS_08
3. Je sais comment faire mon travail de manière sécuritaire	1	2	3	4	5	6	7	CSS_09
4. Si un risque ou un danger à la santé et la sécurité du travail survient dans mon milieu de travail, je sais à qui directement le rapporter	1	2	3	4	5	6	7	CSS_10
5. J'ai les connaissances nécessaires pour participer à la surveillance des risques et des dangers relatifs à mon emploi	1	2	3	4	5	6	7	CSS_11
6. Je connais les précautions nécessaires à prendre pour faire mon travail	1	2	3	4	5	6	7	CSS_12

**Inscrivez l'heure de fin (p.ex., 15:30)**

END

---

# **Nous vous remercions pour votre participation**

Les renseignements dont vous nous avez fait part resteront confidentiels

## **ESPACE RESERVÉ AUX CHERCHEURS**

# \_\_\_\_\_ ID\_Person  
\_\_\_\_\_ ID\_Interviewer  
\_\_\_\_\_ F2F\_Mail  
\_\_\_\_\_ F2F\_IG

## ANNEXE D ANNEXE ARTICLE 1

**Table A-1:** Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Age									
<50yr	18	50.0%	Ref	11.1%	Ref	38.9%	Ref	22.2%	Ref
≥50yr	43	58.1%	1.38(0.46-4.19)	20.9%	2.11(0.40-10.95)	30.2%	0.68(0.21-2.15)	27.9%	1.35(0.37-4.95)
BMI									
Healthy	5	40.0%	Ref	0.0%	-	20.0%	Ref	20.0%	Ref
Overweight	25	72.0%	3.85(0.52-28.24)	28.0%	-	44.0%	3.14(0.30-32.27)	32.0%	1.88(0.18-19.67)
Obese	32	50.0%	1.50(0.22-10.21)	15.6%	-	28.1%	1.56(0.15-15.97)	28.1%	1.56(0.15-15.97)
Physical activity									
>Once/week	48	62.5%	Ref	18.8%	Ref	39.6%	Ref	29.2%	Ref
Rarely	14	35.7%	0.33(0.09-1.15)	21.4%	1.18(0.27-5.13)	14.3%	0.25(0.05-1.26)	21.4%	0.66(0.16-2.74)
Alcohol consumption									
Rarely	29	55.2%	Ref	6.9%	Ref	44.8%	Ref	17.2%	Ref
>Once/week	25	68.0%	1.72 (0.56-5.26)	32.0%	6.35(1.20-33.54)*	32.0%	0.57(0.19-1.76)	48.0%	4.43(1.27-15.35)*
Smoking									
No	54	63.0%	Ref	20.4%	Ref	38.9%	-	29.6%	Ref
Yes	8	25.0%	5.10(0.93-27.72)	12.5%	1.79(0.19-16.12)	0.0%	-	25.0%	0.79(0.14-4.34)

**Table A-1:** Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Sleeping hours									
≥7hrs	40	57.5%	Ref	20.0%	Ref	25.0%	Ref	32.5%	Ref
<7hrs	23	56.5%	0.96(0.34- 2.70)	17.4%	0.84(0.22- 3.17)	47.8%	2.75(0.92- 8.15)	21.7%	0.57(0.17- 1.89)
Years with the company									
<6 yrs	18	55.6%	Ref	16.7%	Ref	27.8%	Ref	27.8%	Ref
≥6 yrs	45	57.8%	1.09(0.36- 3.29)	20.0%	1.25(0.29- 5.26)	35.6%	1.43(0.43- 4.75)	28.9%	1.05(0.31- 3.56)
Continuous measures									
Age (years)			1.02(0.96- 1.09)	-	1.01(0.93- 1.10)	-	1.00(0.94- 1.07)	-	1.01(0.94- 1.08)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )			0.95(0.87- 1.03)	-	0.95(0.84- 1.07)	-	0.98(0.90- 1.08)	-	0.95(0.86- 1.05)
Years with the cmpy.			1.03(0.96- 1.11)	-	1.03(0.95- 1.11)	-	1.06(0.99- 1.13)	-	0.95(0.87- 1.03)
Sleeping hours			0.79(0.51- 1.24)	-	0.98(0.57- 1.68)	-	0.56(0.34- 0.93)*	-	1.17(0.72- 1.91)

\*Prevalence of MS pain is statistically significant at p &lt;0.05

**Table A-2:** Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
<b>Age</b>									
<50yr	36	27.8%	Ref	13.9%	Ref	11.1%	Ref	8.3%	Ref
≥50yr	23	30.4%	1.13(0.36-3.59)	4.3%	0.28(0.03-2.58)	4.3%	0.36(0.03-3.47)	17.4%	2.31(0.46-11.46)
<b>BMI</b>									
Healthy	9	33.3%	Ref	11.1%	Ref	11.1%	Ref	11.1%	Ref
Overweight	25	36.0%	1.12(0.22-5.62)	12.0%	1.09(0.09-12.06)	12.0%	1.09(0.09-12.06)	16.0%	1.52(0.14-15.78)
Obese	25	20.0%	0.50(0.09-2.73)	8.0%	0.69(0.05-8.74)	4.0%	0.33(0.01-5.96)	8.0%	0.69(0.05-8.74)
<b>Physical activity</b>									
>Once/week	49	26.5%	Ref	10.2%	Ref	8.2%	Ref	10.2%	Ref
Rarely	11	36.4%	1.58(0.39-6.30)	9.1%	0.88(0.09-8.38)	9.1%	1.12(0.11-11.17)	18.2%	1.95(0.32-11.71)
<b>Alcohol consumption</b>									
Rarely	23	21.7%	Ref	8.7%	Ref	8.7%	Ref	8.7%	Ref
>Once/week	28	35.7%	2.00(0.56-7.02)	14.3%	1.75(0.29-10.54)	10.7%	1.26(0.19-8.26)	14.3%	1.75(0.29-10.54)
<b>Smoking</b>									
No	48	31.3%	Ref	12.5%	-	10.4%	-	14.6%	-
Yes	11	18.2%	2.04(0.39-10.64)	0.0%	-	0.0%	-	0.0%	-
<b>Sleeping hours</b>									
≥7hrs	37	18.9%	Ref	2.7%	Ref	5.4%	Ref	8.1%	Ref
<7hrs	22	40.9%	2.96(0.90-9.68)	18.2%	8.00(8.32-76.90)	13.6%	2.76(0.42-18.00)	13.6%	1.78(0.32-9.75)

**Table A-2:** Association between individual risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Years with the company									
<6 yrs	36	22.2%	Ref	8.3%	Ref	8.3%	Ref	5.6%	Ref
≥6 yrs	22	40.9%	2.42(0.76-7.71)	13.6%	1.73(0.31-9.47)	9.1%	1.10(0.16-7.16)	22.7%	5.00(0.87-28.49)
Continuous measures									
Age (years)			1.03(0.96-1.10)	-	0.96(0.87-1.06)	-	0.98(0.88-1.09)	-	1.03(0.94-1.14)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )			0.99(0.90-1.09)	-	0.98(0.84-1.14)	-	0.96(0.81-1.14)	-	1.01(0.88-1.15)
Years with the cmpy.			1.07(1.00-1.15)*	-	1.08(0.99-1.19)	-	1.05(0.95-1.16)	-	1.09(1.00-1.19)*
Sleeping hours			0.69(0.39-1.23)	-	0.38(0.14-1.00)*	-	0.48(0.19-1.2)	-	0.80(0.35-1.80)

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$

**Table A-3:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Cumulative physical factors									
No physical factor	12	58.3%	Ref	25.0%	Ref	25.0%	Ref	33.3%	Ref
1 to 3 factors	28	50%	0.71(0.18-2.80)	3.6%	0.11(0.01-1.20)	28.6%	1.20(0.25-5.61)	21.4%	0.54(0.12-2.44)
≥4 factors	23	65.2%	1.33(0.32-5.61)	34.8%	1.60(0.33-7.63)	43.5%	2.30(0.49-10.81)	34.8%	1.06(0.24-4.66)
Working with hands above shoulders									
Never or time to time	43	51.2%	Ref	14.0%	Ref	30.2%	Ref	25.6%	Ref
Often or all the time	20	70.0%	2.22(0.72-6.88)	30.0%	2.64(0.72-9.58)	40.0%	1.53(0.50-4.65)	35.0%	1.56(0.49-4.92)
Working with back bent forward or to one side or with twisted back									
Never or time to time	37	59.5%	Ref	18.9%	Ref	32.4%	Ref	29.7%	Ref
Often or all the time	26	53.8%	0.79(0.28-2.19)	19.2%	1.02(0.28-3.65)	34.6%	1.10(0.38-3.18)	26.9%	0.87(0.28-2.66)
Doing repetitive movements									
Never or time to time	30	53.3%	Ref	16.7%	Ref	26.7%	Ref	23.3%	Ref



**Table A-3:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup (cont.)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Often or all the time	33	60.6%	1.34(0.49-3.66)	21.2%	1.34(0.37-4.80)	39.4%	1.78(0.61-5.20)	33.3%	1.64(0.54-5.00)
Doing precise movements									
Never or time to time	45	55.6%	Ref	15.6%	Ref	31.1%	Ref	24.4%	Ref
Often or all the time	18	61.1%	1.25(0.41-3.83)	27.8%	2.08(0.56-7.73)	38.9%	1.40(0.45-4.40)	38.9%	1.96(0.61-6.31)
Doing work that requires forceful exertion									
Never or time to time	37	45.9%	Ref	10.8%	Ref	27.0%	Ref	24.3%	Ref
Often or all the time	26	73.1%	3.19(1.08-9.41)*	30.8%	3.66(0.96-13.87)*	42.3%	1.98(0.68-5.73)	34.6%	1.64(0.54-4.96)
Handling heavy loads without lifting devices									
Never or time to time	54	51.9%	Ref	16.7%	Ref	27.8%	Ref	22.2%	Ref
Often or all the time	7	85.7%	5.57(0.62-49.44)*	42.9%	3.75(0.71-19.70)*	71.4%	6.50(1.13-37.20)*	71.4%	8.75(1.50-50.90)*
Hand-arm vibration									
Never or time to time	44	54.5%	Ref	13.6%	Ref	27.3%	Ref	22.7%	Ref
Often or all the time	19	63.2%	1.49(0.47-4.31)	31.6%	2.92(0.80-10.67)	47.4%	2.40(0.78-7.34)	42.1%	2.47(0.78-7.82)

**Table A-3:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Whole-body vibration									
Never or time to time	39	51.3%	Ref	12.8%	Ref	28.2%	Ref	25.6%	Ref
Often or all the time	24	66.7%	1.90(0.66-5.46)	29.2%	2.80(0.77-10.14)	41.7%	1.81(0.62-5.30)	33.3%	1.45(0.47-4.40)
Prolonged sitting									
No	24	66.7%	Ref	12.5%	Ref	33.3%	Ref	25.0%	Ref
Yes	38	50%	0.50(0.17-1.44)	23.7%	2.17(0.52-9.00)	31.6%	0.92(0.31-2.74)	28.9%	1.22(0.38-3.89)
Prolonged standing									
No	56	57.1%	Ref	21.4%	-	32.1%	Ref	30.4%	Ref
Yes	7	57.1%	1.00(0.20-4.89)	0.0%	-	42.9%	1.58(0.32-7.83)	14.3%	0.38(0.04-3.42)
Prolonged standing with no possibility of sitting									
No	60	58.3%	Ref	20%	-	33.3%	Ref	30.0%	-
Yes	3	33.3%	2.80(0.24-32.60)	0.0%	-	33.3%	1.00(0.08-11.70)	0.0%	-

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$

**Table A-4:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Cumulative physical factors									
No physical factor	8	12.5%	Ref	0.0%	-	0.0%	-	12.5%	Ref
1 to 3 factors	23	4.3%	0.31(0.01-5.77)	0.0%	-	0.0%	-	4.3%	0.31(0.01-5.77)
≥4 factors	29	51.7%	7.50(0.81-68.93)	20.7%	-	17.2%	-	17.2%	1.45(0.14-14.63)
Working with hands above shoulders									
Never or time to	35	14.3%	Ref	2.9%	Ref	2.9%	Ref	8.6%	Ref
Often or all the time	25	48.0%	5.53(1.61-18.94)*	20.0%	8.50(0.92-78.02)	16.0%	6.47(0.67-61.92)	16%	2.03(0.41-10.01)
Working with back bent forward or to one side or with twisted back									
Never or time to	34	17.6%	Ref	2.9%	Ref	0.0%	-	8.8%	Ref
Often or all the time	25	44.0%	3.66(1.12-11.97)*	20.0%	8.25(0.89-75.78)	20.0%	-	16.0%	1.96(0.39-9.71)
Doing repetitive movements									
Never or time to	23	8.7%	Ref	4.3%	Ref	0%	-	8.7%	Ref

**Table A-4:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup (cont.)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Often or all the time Doing precise movements	37	40.5%	7.15(1.45-35)*	13.5%	3.43(0.37-31.47)	13.5%	-	13.5%	1.64(0.29-9.25)
Never or time to time	38	21.1%	Ref	5.3%	Ref	2.6%	Ref	13.2%	Ref
Often or all the time Doing work that requires forceful exertion	21	42.9%	2.81(0.87-9.00)	19.0%	4.23(0.70-25.43)	19.0%	8.70(0.90-83.87)	9.5%	0.69(0.12-3.93)
Never or time to time	36	19.4	Ref	8.3%	Ref	5.6%	Ref	11.1%	Ref
Often or all the time Handling heavy loads without lifting devices	23	43.5%	3.18(0.99-10.23)*	13.0%	1.65(0.30-8.97)	13.0%	2.55(0.39-16.58)	13.0%	1.20(0.24-5.93)
Never or time to time	2	17.2%	Ref	6.9%	Ref	6.9%	Ref	6.9%	Ref
Often or all the time Hand-arm vibration	3	40.0%	3.20(0.95-10.72)	13.3%	2.07(0.35-13.32)	10.0%	1.50(0.23-9.70)	16.7%	2.70(0.48-15.19)
Never or time to time	5	25.0%	-	8.9%	Ref	8.9%	-	8.9%	Ref

**Table A-4:** Association between physical risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Often or all the time Whole-body vibration	3	100%	-	33.3%	5.10(0.39-66.64)	0.0%	-	66.7%	20.40(1.56-26.59)*
Never or time to time	4	17.5%	Ref	12.5%	Ref	10.0%	Ref	7.5%	Ref
Often or all the time Prolonged sitting	10	52.6%	5.23(1.55-17.65)*	5.3%	0.38(0.04-3.58)	5.3%	0.50(0.05-4.80)	21.1%	3.28(0.65-16.49)
No	5	29.1%	Ref	10.9%	-	9.1%	-	12.7%	
Yes	5	25.0%	0.81(0.07-8.40)	0.0%	-	0.0%	-	0%	
Prolonged standing									
No	3	30%	Ref	10.0%	Ref	3.3%	Ref	20.0%	Ref
Yes	2	27.6%	0.88(0.28-2.74)	10.3%	1.03(0.19-5.61)	13.8%	4.64(0.48-44.27)	3.4%	0.14(0.01-1.27)
Prolonged standing with no possibility of sitting									
No	5	26.9%	Ref	7.7%	Ref	5.8%	Ref	13.5%	-
Yes	2	37.5%	0.61(0.12-2.91)	25%	0.25(0.03-1.66)	25.0%	0.18(0.02-1.33)	0.0%	-

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$

**Table A-5:** Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Psychological demand									
Low	31	45.2%	Ref	9.7%	Ref	29.0%	Ref	19.4%	Ref
High	32	68.8%	2.67(0.95-7.47)	28.1%	3.65(0.88-15.08)	37.5%	1.46(0.51-4.21)	37.5%	2.50(0.79-7.83)
Decision latitude									
High	22	54.5%	Ref	18.2%	Ref	27.3%	Ref	22.7%	Ref
Low	40	57.5%	1.12(0.39-3.21)	20.0%	1.12(0.29-4.26)	35.0%	1.43(0.45-4.95)	32.5%	1.63(0.49-5.41)
Social support									
High	32	43.8%	Ref	9.4%	Ref	21.9%	Ref	21.9%	Ref
Low	29	69.0%	2.85(0.99-8.18)*	31.0%	4.35(1.04-18.09)*	48.3%	3.33(1.09-10.11)*	34.5%	1.88(0.60-5.84)
Job-strain									
No	40	55.0%	Ref	17.5%	Ref	32.5%	Ref	25.0%	Ref
Yes	22	59.1%	1.18(0.41-3.39)	22.7%	1.38(0.38-5.02)	31.8%	0.96(0.31-2.95)	36.4%	1.71(0.55-5.28)
Iso-strain									
No	50	52.0%	Ref	16.0%	Ref	32.0%	Ref	24.0%	Ref
Yes	10	70.0%	2.15(0.49-9.29)	40.0%	3.50(0.80-15.28)	40.0%	1.41(0.35-5.73)	50.0%	3.16(0.78-12.83)
Effort									
Low	37	40.5%	Ref	8.1%	Ref	21.6%	Ref	16.2%	Ref
High	26	80.8%	6.16(1.90-19.95)*	34.6%	6.00(1.43-25.08)*	50.0%	3.62(1.21-10.85)*	46.2%	4.42(1.38-14.20)*
Reward									
High	32	43.8%	Ref	9.4%	Ref	25.0%	Ref	18.8%	Ref

**Table A-5:** Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the Bulk driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulders	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Low	31	71.0%	3.14(1.10-8.92)*	29.0%	3.95(0.95-16.34)	41.9%	2.16(0.74-6.32)	38.7%	2.73(0.87-8.59)
Effort-reward imbalance									
Low	42	42.9%	Ref	9.5%	Ref	23.8%	Ref	16.7%	Ref
High	21	85.7%	8.00(2.04-31.37)*	38.1%	5.84(1.50-22.67)*	52.4%	3.52(1.15-10.70)*	52.4%	5.50(1.69-17.89)*

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$

**Table A-6:** Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulder	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Psychological demand									
Low	29	17.2%	Ref	0.0%	-	0.0%	-	13.8%	Ref
High	31	38.7%	3.03(0.90-10.11)	19.4%	-	16.1%	-	9.7%	0.67(0.13-3.28)
Decision latitude									
High	40	27.5%	Ref	10.0%	Ref	7.5%	Ref	7.5%	Ref
Low	19	31.6%	1.21(0.37-4.00)	10.5%	1.05(0.17-6.35)	10.5%	1.45(0.22-9.50)	21.1%	3.28(0.65-16.49)
Social support									
High	35	28.6%	Ref	11.4%	Ref	11.4%	Ref	11.4%	Ref
Low	23	26.1%	0.88(0.27-2.88)	8.7%	0.73(0.12-4.40)	4.3%	0.35(0.03-3.37)	13%	1.16(0.23-5.75)
Job-strain									
No	52	26.9%	Ref	7.7%	Ref	5.8%	Ref	11.5%	Ref
Yes	7	42.9%	2.03(0.40-10.26)	28.6%	4.80(0.69-33.10)	28.6%	6.53(0.87-48.85)	14.3%	1.27(0.13-12.51)
Iso-strain									
No	54	27.8%	Ref	9.3%	Ref	7.4%	Ref	13.0%	-
Yes	3	33.3%	1.30(0.11-15.41)	33.3%	4.90(0.37-64.07)	33.3%	6.25(0.46-84.78)	0.0%	-
Effort									
Low	29	10.3%	Ref	0.0%	-	0.0%	-	6.9%	Ref
High	31	45.2%	7.13(1.78-28.61)*	19.4%	-	16.1%	-	16.1%	2.59(0.46-14.58)
Reward									
High	27	18.5%	Ref	3.7%	Ref	3.7%	Ref	11.1%	Ref



**Table A-6:** Association between psychosocial risk factors and musculoskeletal pain in any body area, neck, low back, and shoulders, estimated with crude odds ratios (OR) in univariate logistic regression for the P&D driver subgroup (cont. and end)

	N	Any MS pain		Neck		Low back		Shoulder	
		Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)	Prev.	OR crude (95% CI)
Low	32	37.5%	2.64(0.79-8.82)	15.6%	4.81(0.52-44.04)	12.5%	3.71(0.38-35.43)	12.5%	1.14(0.23-5.62)
Effort-reward imbalance									
Low	32	15.6%	Ref	3.1%	Ref	0.0%	-	12.5%	Ref
High	27	44.4%	4.32(1.27-14.62)	18.5%	7.04(0.76-64.57)	18.5%	-	11.1%	0.87(0.17-4.30)

\* Prevalence of MS pain is statistically significant at  $p < 0.05$