

## Stratégies observées pour réduire les contraintes aux membres supérieurs chez les travailleurs des services à l'automobile

### Denis Marchand

Université du Québec à  
Montréal  
Case postale 8888,  
Succursale Centre-Ville,  
Montréal, H3C 3P8  
marchand.denis@uqam.ca

### Denis Giguère

Institut de recherche Robert-  
Sauvé en santé et en sécurité  
du travail

### Alexandre Rouleau

Université du Québec à  
Montréal  
Case postale 8888,  
Succursale Centre-Ville,  
Montréal, H3C 3P8

*Lors d'une étude exploratoire, des observations systématiques du travail de 35 mécaniciens et carrossiers ont été réalisées dans plusieurs établissements du secteur des services à l'automobile au Québec. L'objectif de cette étude était de documenter la problématique des troubles musculosquelettiques aux membres supérieurs (TMS-MS) en regard avec l'activité de travail et les outils utilisés par les travailleurs de ce secteur afin d'établir un bilan de la situation et d'identifier des pistes de solutions possibles. Pour le réaliser, neuf tâches considérées à risque pour développer des TMS-MS furent ciblées conjointement par un comité de suivi paritaire, les conseillers de l'association sectorielle paritaire Auto-Prévention et les membres de l'équipe de recherche. L'analyse des vidéos et des mesures dynamométriques prises sur le terrain ont démontré que ce n'est pas la présence de mouvements très répétitifs ou celle du poids excessif des outils utilisés qui semblent être le plus souvent en cause, mais plutôt l'obligation de maintenir pour de longues périodes certaines postures qui sollicitent principalement les épaules. L'observation de ces nombreux travailleurs a aussi permis d'identifier des stratégies individuelles potentiellement intéressantes pour réduire l'importance de certains facteurs de risques. Ces stratégies ont permis de conceptualiser des pistes de solutions intéressantes pour réduire la charge physique de travail.*

Mots-clés : TMS, mécanicien, carrossiers, observations, stratégies

## Introduction

Les statistiques des lésions professionnelles dans le secteur des Services à l'automobile au Québec montraient que les troubles musculosquelettiques aux membres supérieurs (TMS-MS) comptaient en moyenne, entre 1998 et 2002, pour environ 9% de l'ensemble des lésions compensées (CSST, 2005) dans ce secteur. Cependant, cette proportion représentait presque 15% des jours d'arrêt de travail et 14 % des déboursés totaux de compensation. De plus, le nombre moyen de jours d'arrêt de travail suite à ce type de lésions y était supérieur ( $122 \pm 25$  jours perdus pour l'ensemble des lésions dans ce secteur), comparativement à l'ensemble des lésions au Québec ( $70 \pm 5$  jours perdus). Ainsi, même si ce secteur ne vient pas au premier rang pour la fréquence de lésions musculosquelettiques, force est de constater que son profil de gravité est plus important compte tenu des absences plus longues et des coûts plus importants qui y sont associés. Outre les souffrances humaines, cette situation apporte un fardeau financier supplémentaire aux ateliers de mécanique et de carrosserie, en particulier les dépositaires de marques, qui ont vu leur marge de profit s'amenuiser depuis quelques années (Cloutier, 2008). Face à cette problématique, une étude exploratoire a été réalisée afin d'élargir notre base de connaissances sur l'activité de travail et les outils des mécaniciens et des carrossiers du secteur des Services à l'automobile. L'objectif était d'avoir une meilleure compréhension des facteurs de risque à l'origine des TMS-MS, en particulier des facteurs de risque sur lesquels il serait possible d'agir au niveau de l'intervention et de la prévention. Les résultats préliminaires de cette étude ont été publiés en partie (Giguère et al. 2007 ; Rouleau et al., 2008). Il ressort clairement que les contraintes à l'épaule sont l'un des problèmes les

plus importants qui affectent cette population de travailleurs, dont certains utilisent déjà des stratégies pour réduire ces contraintes. Le but de cette communication est de présenter notre réflexion concernant ces stratégies individuelles observées sur le terrain, stratégies qui permettraient potentiellement de réduire l'importance des facteurs de risque de TMS-MS pour l'ensemble de ce secteur, en mettant l'emphase sur les pistes de solutions éventuelles, et en discutant de leur application en milieu de travail.

## Méthodologie

Neuf tâches, parmi celles couramment réalisées dans les ateliers, furent identifiées en collaboration avec le comité paritaire de suivi de l'étude, et les conseillers de l'association sectorielle de santé et de sécurité du travail des Services à l'automobile (Auto Prévention). Ces tâches ont été retenues en fonction de certains facteurs de risques possibles pour les TMS-MS : les postures contraignantes, les efforts physiques importants et, la fréquence élevée des gestes (Kuorinka et al., 1995). Ces tâches étaient : le travail sous le capot, le travail sous le véhicule, le travail sur le moteur de camion, le service de pneus, le changement de silencieux, le travail sous le tableau de bord, la peinture avec atomiseur, le ponçage, le lavage, le polissage et le cirage des carrosseries. Cinq situations furent observées pour chacune des tâches retenues. L'activité des membres supérieurs était filmée sur place avec un caméscope pour une analyse subséquente en laboratoire. Les pièces et les outils manipulés ont été pesés avec une balance ou un dynamomètre et dans certains cas, le moment de force exercé sur la main par l'outil était mesuré. Toutes les mesures et les observations ont été faites dans des garages participants, en situation réelle, et pendant les heures normales d'ouverture de l'établissement. Trente-cinq mécaniciens, carrossiers, peintres et installateurs participèrent à l'étude. Ils avaient reçu comme consigne de « faire leur travail comme d'habitude ». Ils ont accepté de participer sur une base volontaire et ne recevaient aucune compensation à cet égard. L'âge moyen de l'échantillon était de  $35,4 \pm 10,0$  ans et le nombre moyen d'années d'expérience dans le métier était de  $14,0 \pm 9,4$  ans, le plus expérimenté cumulant 33 années et le moins expérimenté, une seule. Des entrevues ponctuelles furent également effectuées avec eux et avec la direction des garages et ateliers.

Les séquences vidéos enregistrées sur le terrain avec le caméscope furent transférées sur un ordinateur pour la compilation des postures avec le logiciel CAPTIV. Ce dernier permet de noter le début et la fin d'observables préalablement définis sur la séquence vidéo. Des observables sur l'activité de travail et sur la position spatiale des membres supérieurs ont été utilisés, en tenant compte du type de force déployée par les travailleurs (**Tableau 1**).

**Tableau 1.** Observables utilisés pour définir le type de force déployée lors de l'analyse des bandes vidéos avec le logiciel CAPTIV.

Observables	Critères
Force horizontale	La force musculaire est appliquée à l'horizontal (ex. poncer manuellement le toit de l'automobile)
Force contre la gravité	La force musculaire est utilisée pour maintenir une charge contre la gravité (ex. transporter un alternateur de l'établi au compartiment moteur)
Force contre la gravité et horizontale	La force musculaire est utilisée simultanément contre la gravité et horizontalement (ex. soutenir un outil pneumatique tout en poussant sur celui-ci)
Aucune (muscles au repos)	Aucune force musculaire n'est utilisée.

## Résultats

### Pièces et outils manipulés

Soixante-douze pièces mécaniques manipulées au cours des 45 séances d'observation sur le terrain ont été pesées sur place. En principe, les tâches de peinture et de ponçage ne nécessitent pas de manipulation car les pièces sur lesquelles le travail est fait sont normalement fixées au véhicule mais, dans la réalité, certaines pièces sont poncées ou peintes alors qu'elles sont installées sur des tréteaux ou des chevalets. Le travail sur le moteur de camion comporte les pièces les plus lourdes : neuf pièces de moteur de camion pesaient 10 kg et plus. En termes de poids manipulé, le service de pneus vient au second rang avec des poids variant entre 13,4 kg et 22,4 kg pour des pneus montés sur jante. Le poids des silencieux et des diverses pièces du système d'échappement variait de 0,5 kg à 6,8 kg. En mécanique automobile, ce sont les éléments du châssis (faux cadre de 35,0 kg) et du train moteur (arbres de transmission de 17,8 kg) qui se sont avérés les plus lourds. En ce qui concerne les pièces de moteur de voiture de tourisme de taille moyenne, elles varient par exemple, de 1,3 kg (couvercle de filtre à air) à 6,6 kg (collecteur d'échappement). Mais, outre les éléments mécaniques, le travail sous le capot et sous le véhicule impliquait qu'il faille ôter et déplacer, par exemple, l'accumulateur (15,2 kg), le radiateur (5,3 kg) ou même un élément de suspension pour pouvoir accéder au moteur. Enfin, le travail sous le tableau de bord ne nécessitait généralement que la manipulation de petits modules électroniques pesant quelques dizaines de grammes.

Un total de 136 outils différents ont été examinés sur le terrain, et le poids de 119 d'entre eux a été noté. Il s'agissait d'outils manuels (clés, pinces, ...), électriques (polisseuse et ponceuse) ou pneumatiques (clés à chocs, à rochet, ...). Comme on peut le constater à la Figure 1, le poids de la plus grande partie de ces outils se situe entre 0,5 kg et 2,5 kg. Le poids médian est de 1,21 kg et le poids moyen de  $1,56 \pm 1,7$  kg. La dispersion des données est importante car on retrouve dans l'échantillon des outils dont le poids peut varier de quelques grammes jusqu'à 14 kg.

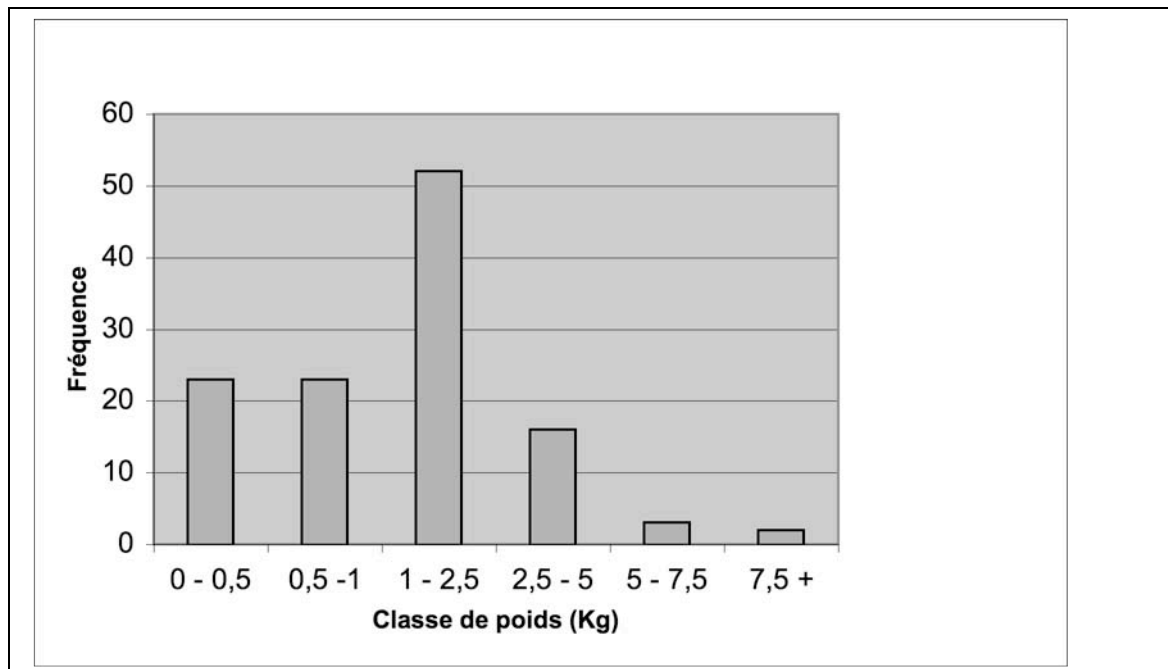


Figure 1. Répartition, par classe de poids, de l'ensemble des outils observés sur le terrain (n=119)

## Contraintes au niveau des épaules

Des résultats concernant les contraintes aux membres supérieurs ont déjà été présentés (Giguère et al., 2007), plus particulièrement pour la peinture à l'atomiseur (Rouleau et al., 2008). L'épaule est une articulation particulièrement à risque dans ce secteur, surtout pour le pourcentage de temps de travail correspondant à l'observable « bras plus hauts que les épaules ». Ce pourcentage a en effet atteint un maximum de 56,1% du temps total d'observation pour l'une des situations étudiées, mais cette contrainte a souvent pu être atténuée par des pauses. Cependant, certaines phases du travail ne permettaient pas de périodes de repos musculaire. Le Tableau 2 présente la fréquence des périodes où un, ou les deux bras, furent observés plus hauts que les épaules pendant 30 secondes consécutives et plus. On y constate que certaines tâches associées au travail sous le capot et sous le véhicule prédisposent les travailleurs à l'utilisation de postures statiques prolongées.

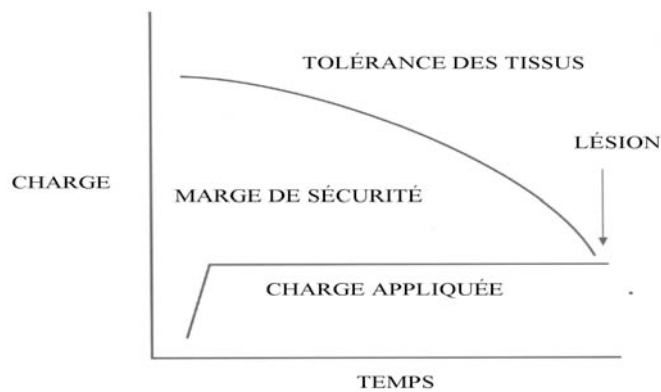
**Tableau 2.** Fréquence de l'observable « Bras plus hauts que les épaules » pour les durées consécutives supérieures à 30 secondes et plus

Tâches	30s - 1 m	1m - 2m	2m - 3m	3m et +	Total
Travail sous le capot	81	18	2	1	102
Travail sous le véhicule	58	3	1	2	64
Travail sous le tableau de bord	18	10	2	2	32
Lavage, polissage, cirage	12	6	0	0	18
Moteur de camion	11	1	1	0	13
Peinture à l'atomiseur	11	1	0	0	12
Silencieux	8	1	0	0	9
Suspension de camion	0	0	1	1	2
Ponçage	0	0	0	0	0
Pneus	0	0	0	0	0

## Stratégies de réduction des contraintes

Les données et les observations recueillies témoignent donc, pour ces travailleurs, de la manipulation de pièces lourdes, et de l'utilisation de longues périodes de travail statique. Le poids des outils comme facteur potentiel pour les TMS-MS semble mitigé. D'une part, le poids moyen des outils pneumatiques (clés à chocs, clés à rochet, principalement) est d'environ 1,5 kg alors que celui des outils électriques, comme les cireuses et les polisseuses est de 3,75 kg. Cependant, ces derniers outils, plus lourds, sont principalement utilisés en esthétique où ils sont un avantage lorsque le travail se fait sur une surface horizontale. Par contre, leur poids devient vite un inconvénient pour travailler sur une surface verticale, car le poids total de l'outil doit généralement être soutenu par le travailleur. Cette situation semble encore plus exigeante pour ce dernier lorsque le travail s'effectue sur une pente négative (par exemple, la partie basse de la portière) puisqu'il doit produire une force supplémentaire contre la gravité en plus de produire une force horizontale.

D'autres outils comme les atomiseurs pour la peinture, sont constamment maintenus contre la gravité. En effet, même si ces outils sont généralement légers et bien balancés pour peindre les surfaces verticales avec le bras en position rapprochée du tronc, le travail musculaire devient généralement beaucoup plus exigeant au niveau de l'épaule lors de leur utilisation pour peindre le toit des voitures compte tenue de la position très horizontale du bras. Ce dernier exemple démontre bien que ce n'est pas tant le poids d'un outil en particulier qui peut être un risque d'apparition de TMS-MS, mais l'obligation de garder certaines postures, pour de longues périodes de temps, en particulier au niveau de l'épaule. Cette situation devient à risque même si un outil ou une pièce de poids minimal est maintenu. Selon **McGill (2007)**, les risques de TMS associés à la présence d'une charge musculaire statique prolongée sont maintenant reconnus (**Figure 2**). Lorsque le niveau de sollicitation est trop élevé, ce type de contraction perturbe la circulation sanguine et cause une altération des tissus musculaires et tendineux.



**Figure 2.** Réduction du seuil de tolérance des tissus lorsque la charge appliquée est maintenue sur une période prolongée (adaptée de McGill,2007)

Le temps de maintien d'un outil dépend du travail à faire, mais aussi des performances de l'outil. Cette relation entre la tâche, l'outil et la posture représente donc une piste intéressante pour la réduction des contraintes physiques imposées aux membres supérieurs. Pour certaines observations, il fût très intéressant de constater que plusieurs mécaniciens, peintres et techniciens en esthétique utilisent déjà une méthode de travail qui tend à réduire les moments de force au niveau des membres supérieurs. En effet, plusieurs déterminants de l'activité de travail (le choix de l'outil disponible, la stratégie utilisée pour placer le véhicule à une hauteur acceptable, etc.) influencent la présence ou le niveau des facteurs de risque de TMS pour les membres supérieurs. Dans ce secteur d'activité où l'on retrouve une très grande variabilité dans le travail à effectuer, ces résultats appellent des actions de prévention ciblées, et plusieurs pistes de solution peuvent être généralisées et proposées à l'ensemble des travailleurs concernés. Avec l'analyse des déterminants, nous avons identifié plusieurs situations à risques et celles, par opposition, qui pourraient servir de recommandations ou de pistes de solution pour améliorer les conditions de travail.

### Exemple de l'utilisation d'une rallonge sur une clé à chocs

Lors du travail sous le véhicule, un des cinq travailleurs observés a utilisé une rallonge avec sa clé à chocs pour dévisser des boulons (**Figure 3**). L'utilisation de cette rallonge permettait à ce mécanicien de réduire l'amplitude de la flexion de l'épaule pendant la réalisation de la tâche. Pourtant, même si cette stratégie a aussi pour effet d'alourdir considérablement le poids de l'outil utilisé (presque le double), elle était considérée par ce mécanicien comme étant très avantageuse pour réduire l'effort physique des membres supérieurs. Des mesures électromyographiques réalisées en laboratoire (**Rouleau et al., 2009**) ont permis, *a posteriori*, de démontrer l'importance de l'économie d'énergie musculaire réalisée à l'épaule avec cette stratégie. En effet, la moyenne des résultats de 13 sujets démontre que le pourcentage d'utilisation musculaire du muscle deltoïde antérieur (responsable principalement de la flexion de l'épaule) passait de 37 % pour le boulonnage sans rallonge à 15 % avec l'utilisation de celle-ci. Cette rallonge permet de travailler avec un angle de flexion relative à l'épaule beaucoup moins important (10 à 20°) selon la position du tronc. La flexion relative du coude est à 100° alors que l'avant-bras se retrouve généralement à la verticale, ce qui annule presque le moment de force exercé au coude par le poids de l'outil.

### Exemple de l'utilisation d'un petit banc roulant

La **Figure 4** montre un autre exemple où l'un des travailleurs observés utilise un petit banc roulant pour réduire la charge physique imposée à l'épaule lors du sablage d'une section basse de la voiture (bas de caisse). En effet, ce banc lui permet non seulement de conserver le tronc droit, mais aussi de réduire l'angle de flexion relative de l'épaule. De plus, en appuyant son coude au niveau de la cuisse, il annule ou réduit considérablement le moment de force produit par l'avant-bras et la ponceuse.



Figure 3. Exemples des postures utilisées lors de l'utilisation de la clé à chocs sans (à gauche) et avec rallonge (à droite)



Figure 4. Exemples des postures utilisées lors du ponçage sans (à gauche) et avec un banc (à droite)

### Impact sur le milieu

L'ergonomie est peu présente dans le secteur des Services à l'automobile, comparativement au grand nombre d'études menées pour l'assemblage des véhicules en usine et sur les caractéristiques physiques des outils pneumatiques. Nos données et observations confirment les résultats de Kant et al. (1990), qui ont étudié les postures dans des garages en Europe et de Gold et al. (2006), en Amérique du Nord. Ces études se sont penchées sur les « risques ergonomiques », mais ne proposent rien de concret pour améliorer les situations de travail dans les ateliers et en particulier, pour la réduction des risques de TMS-MS. Le travail dans les services à l'automobile est très différent de celui en usine : à cause de la variété des modèles, certaines réparations peuvent devenir particulières et comporter plusieurs défis techniques. La coopération entre travailleurs est possible jusqu'à un certain point, surtout pour des tâches physiquement ardues ou pour établir une stratégie d'intervention mécanique. Malgré l'absence de cadence, la pression temporelle est souvent grande sur les travailleurs de ce secteur compte tenu du fait que le temps de réparation est défini à l'avance pour établir l'horaire du mécanicien et aussi pour faire le devis au client qui, la plupart du temps exige qu'on lui remette son véhicule à temps.

### Conclusion

Cette étude a permis d'obtenir un portrait plus juste et mieux documenté des modes opératoires associés aux diverses tâches effectuées dans les garages, d'élargir notre base de connaissance sur l'activité et les outils des mécaniciens, peintres et carrossiers du secteur, et de fournir une compréhension des facteurs de risques à l'origine des TMS-MS. L'analyse des stratégies utilisées par les travailleurs démontre qu'il est possible de réduire considérablement le niveau de contraintes physiques aux épaules. Le bilan des situations à risque, et des stratégies permettant de les réduire, serviront d'outils de sensibilisation et de prévention pour aider les conseillers de l'association sectorielle paritaire du secteur des services à l'automobile dans leurs activités de formation et

d'intervention. Ces intervenants devront en assurer le suivi et l'évaluation de ces outils de transfert, car ils sont les principaux relayeurs auprès des employeurs et des travailleurs de ce secteur.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier, pour leur disponibilité et leur intérêt, les membres du comité de suivi du projet de recherche et la direction et les employés des établissements qui ont participé à cette étude. La collaboration de M Jocelyn Jargot, d'Auto Prévention, a été particulièrement appréciée, de même que le travail de collecte et d'analyse de données de Lucas Giusti. Cette étude a bénéficié de l'aide financière de l'IRSST. <http://www.irsst.qc.ca>

## Bibliographie

Cloutier, L., : *Les profits net tombe à 445\$*. La Presse, p. 10, avril 2008

Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST). Dépôt de données central et régional. Mise à jour de juillet 2005. Traitement: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST).

Giguère, D., Marchand, D., Rouleau, A., Giusti, L. et Jargot, J. Risks of musculoskeletal injuries to the upper limbs of automotive repair workers in car and truck garages – an exploratory study. in *La diversité en ergonomie : Congrès de l'Association canadienne d'ergonomie / ACE*, (37e : 15 - 17 octobre, 2007 : Ontario, Canada). 6 pages. ISBN: 978-0-9732384-5-7

Gold J.E, Fulmer S.et Tak S.. *Ergonomic hazards in automotive service technicians*, in: *Meeting Diversity in Ergonomics*. Proceedings of the 16th Congress of the International Ergonomics Association, Maastricht, The Netherlands, 10-14 July 2006, Edited by R.N. Pikaar, E.A.P. Koningsveld and P.J.M. Settels. Elsevier, Amsterdam. Disponible sur CD-ROM, 2006.

Kant, I., Notermans, J.H.V et Borm, P.J.A. Observations of working postures in garages using the Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) and consequent workload reduction recommendations. *Ergonomics*, 1990, 33(2):209-220

Kuorinka, I. et Forcier, L., éd. *Les lésions attribuables au travail répétitif*. Ouvrage de référence sur les lésions musculosquelettiques liées au travail.. Maloine (Paris) et IRSST (Montréal), 1995, 510 p.

McGill, S. *Low-back disorders : Evidence-based prevention and rehabilitation*. Human Kinetics, Champaign (IL). 294 pages, 2007. ISBN 0-7360-4241-5

Rouleau, A., Marchand, D. et Giguère, D. Étude des contraintes physiques à l'épaule lors de l'application de peinture, dans le secteur des Services à l'automobile. in *La diversité en ergonomie : Congrès de l'Association canadienne d'ergonomie / ACE*, (39e : 6-8 octobre, 2008 : Ottawa, Ontario, Canada). 4 pages.

Rouleau, A., Marchand, D. et Giguère, D. Étude de stratégies visant à réduire les contraintes physiques aux membres supérieurs lors de l'utilisation d'une clé à chocs pneumatique, dans le secteur des Services à l'automobile. *Congrès de l'Association canadienne d'ergonomie / ACE*, (40e : 14-17 septembre, 2009 : Québec, Canada). 4 pages.

TMS