Étude des agents biologiques et des contraintes ergonomiques lors de l'utilisation de camions avec bras assisté pour la collecte des ordures domestiques

*Study of the biological agents and ergonomic constraints involved in the use of
trucks with articulated arms for household waste collection*

*Estudio de agentes biológicos y coacciones ergonómicas al utilizar camiones con
asistencia de brazos para la recolección de basura doméstica*

Jacques Lavoie, Madeleine Bourdouxhe et Serge Guertin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3283>

DOI : 10.4000/pistes.3283

ISSN : 1481-9384

Éditeur

Les Amis de PISTES

Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 2004

Référence électronique

Jacques Lavoie, Madeleine Bourdouxhe et Serge Guertin, « Étude des agents biologiques et des contraintes ergonomiques lors de l'utilisation de camions avec bras assisté pour la collecte des ordures domestiques », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 6-1 | 2004, mis en ligne le 01 mai 2004, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3283> ; DOI : 10.4000/pistes.3283

Ce document a été généré automatiquement le 1 mai 2019.

Pistes est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Étude des agents biologiques et des contraintes ergonomiques lors de l'utilisation de camions avec bras assisté pour la collecte des ordures domestiques

Study of the biological agents and ergonomic constraints involved in the use of trucks with articulated arms for household waste collection

Estudio de agentes biológicos y coacciones ergonómicas al utilizar camiones con asistencia de brazos para la recolección de basura doméstica

Jacques Lavoie, Madeleine Bourdouxhe et Serge Guertin

Pour leur contribution à cette recherche, les auteurs tiennent à remercier le personnel technique et professionnel de l'IRSST et plus particulièrement Thierry Petitjean-Roget pour le traitement statistique des données, ainsi que les travailleurs et le propriétaire de l'entreprise où l'étude a été réalisée.

1. Introduction

- 1 Le travail des éboueurs est réputé exigeant et dangereux. Les travailleurs qui collectent les déchets domestiques ont de nombreux accidents, problèmes musculo-squelettiques, blessures et atteintes à leur santé en raison de la charge de travail, du contact avec des objets dangereux, des produits nocifs et des agents biologiques préjudiciables (Bourdouxhe et coll., 1992 ; Bourdouxhe, 2002 ; Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002). Aussi, lorsque est apparue la technique automatisée de collecte des déchets à l'aide du camion muni d'un bras mécanique à commande assistée, comme les éboueurs n'étaient plus en contact direct avec les déchets et qu'ils n'étaient plus obligés de transporter des charges lourdes, on s'est demandé si ce nouvel équipement n'allait pas réduire

considérablement les risques biologiques et ergonomiques. Une étude récente a testé cette hypothèse (Lavoie et Guertin, 2002) ; certains résultats sont exposés ici. L'analyse des risques biologiques et des contraintes reliées au nouvel équipement pourrait aboutir à des recommandations sur l'organisation du travail de collecte, sur des modes opératoires hygiéniques et fournir des repères pour la conception d'un aménagement adéquat du véhicule.

2. Le secteur de la collecte des déchets domestiques

- 2 À part les trois municipalités du Québec qui collectent encore leurs déchets domestiques directement avec leur propre main-d'œuvre (250 éboueurs et chauffeurs, environ), plus de 300 entreprises privées employant 2500 travailleurs assurent la collecte en sous-traitance et se partagent le marché à l'échelle de la province. Suivant leur importance, ces entreprises couvrent plusieurs ou toutes les activités suivantes : collecte résidentielle, commerciale, industrielle, collecte sélective des matières recyclables, transport de diverses matières dont les déchets, exploitation d'un site d'enfouissement et/ou d'un centre de tri. Pour la collecte et le transport des déchets, plusieurs de ces compagnies fonctionnent, totalement ou partiellement, en utilisant le système des chauffeurs-artisans, c'est-à-dire des équipes de travail - généralement un conducteur de camion et son aide éboueur - instituées en compagnies pour des fins de gestion financière (Bourdouxhe et coll., 1992). Comme le critère d'attribution des contrats municipaux reste celui du plus bas soumissionnaire (le « moins-disant »), la concurrence entre les entreprises est forte, avec pour corollaire la disparition et l'apparition de plusieurs d'entre elles chaque année. Cette compétition fait que les tarifs pour les contrats de collecte des ordures ménagères restent bas : les coûts sont actuellement les mêmes qu'il y a 10, voire 20 ans et la partie de la taxe municipale consacrée à ce poste budgétaire reste la moins chère. Toutefois, avec l'engorgement progressif des décharges existantes et les exigences environnementales de plus en plus sévères, le prix de l'enfouissement commence à grimper, ce qui force les municipalités à penser davantage en termes de gestion intégrée des ordures. Ainsi, des sites d'enfouissement ferment, la collecte sélective et le tri des matières s'implantent. Le travail des éboueurs évolue, les risques d'atteinte à la santé et à la sécurité qu'il implique changent eux aussi. Associé auparavant aux tâches de manœuvre, le travail d'éboueur devient de plus en plus technique.

3. Agents biologiques et santé des éboueurs

- 3 Certains problèmes de santé sont reliés, de façon statistiquement significative, à l'exposition aux agents biologiques ou bioaérosols. De fait, les taux d'incidence de problèmes pulmonaires, gastro-intestinaux et cutanés sont élevés chez les travailleurs du secteur (Poulsen et coll., 1995). Les pays scandinaves ont proposé des concentrations limites pour une exposition de huit heures aux bactéries présentes dans l'environnement de travail du traitement des ordures (Malmros et coll., 1992 ; Poulsen et coll., 1995). L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a, quant à elle, proposé des concentrations relatives aux endotoxines et aux moisissures (ACGIH, 1999). Ces valeurs guides sont exposées au tableau 1.

Tableau 1. Concentrations limites pour une exposition de huit heures aux bioaérosols rencontrés dans l'environnement de travail du traitement des ordures

Type de bioaérosols	Concentration limite pour une exposition de huit heures
Bactéries totales	10 ⁴ UFC/m ³ d'air
Bactéries Gram négatives	10 ³ UFC/m ³ d'air
Endotoxines	30 fois le niveau de base (UE/m ³ d'air)
Moisissures	Équivalentes au niveau de base (UFC/m ³ d'air)

UFC = unité formatrice de colonies.

UE = unité d'endotoxines ; 10 UE correspondent à 1 nanogramme (ng).

- 4 Comme les bioaérosols sont omniprésents dans l'environnement, les niveaux de base du territoire collecté doivent être mesurés. Ceci se fait au moyen de prélèvements dans l'air extérieur, en amont par rapport à la direction du vent, en même temps que la mesure d'exposition des travailleurs proches de la source émettrice (ACGIH, 1999). En outre, il faut savoir que la valeur limite relative pour les endotoxines est de 30 fois le niveau de base chez des gens en bonne santé, mais que celle-ci doit être réduite à 10 fois le niveau de base pour des travailleurs chez qui des symptômes causés par les endotoxines ont déjà été dépistés par un médecin (ACGIH, 1999).
- 5 En 2000, une première étude de l'exposition des éboueurs aux bioaérosols a été réalisée au Québec (Lavoie, 2000, Lavoie et Dunkerley, 2002). L'objectif était de caractériser cette exposition en tenant compte des facteurs pouvant influencer les conditions de travail et de proposer des solutions pour contrôler l'exposition à ces agents pathogènes. Les résultats montraient que, pour certains types de collecte, le niveau d'exposition aux bioaérosols était supérieur aux valeurs guides recommandées dans ce genre d'activité. Ils confirmaient aussi les évidences mesurées dans deux autres études récentes : les sources de bioaérosols sont les ordures entassées dans le camion - surtout si elles sont d'origine organique comme le compost - et les poubelles ou tout autre type de contenant qui renferme des ordures (Nielsen et coll., 2000 ; Wouters et coll., 2000). L'équipe de Nielsen a estimé qu'une collecte de quatre à cinq tonnes métriques de compost produisait plus de 300 litres de lixiviat dans la benne du camion. Selon ces mêmes auteurs, le lixiviat constitue un risque potentiel d'atteinte à la santé des éboueurs parce qu'il génère des concentrations élevées en bioaérosols, surtout s'il est éclaboussé. D'autres chercheurs ont établi récemment que les contenants destinés au compost constituaient des sources significatives d'endotoxines et de moisissures (Wouters et coll., 2000). La conclusion logique de ces études était donc de recommander d'éviter l'exposition inutile des éboueurs à ces sources de bioaérosols, soit en modifiant radicalement la technique de collecte ou en se munissant de moyens de protection respiratoire efficaces.
- 6 Face à cette problématique constituée du lixiviat et des contenants d'une part et de la contamination des mains et des vêtements des travailleurs d'autre part, la solution la plus intéressante consiste à supprimer le problème à la source en modifiant la technique de collecte. L'utilisation du camion avec bras assisté (figure 1) semble donc actuellement la réponse idéale pour éviter l'exposition aux bioaérosols. Dans ce type de collecte en effet,

l'opérateur-chauffeur-éboueur (qui travaille seul) n'est, en principe, plus en contact avec les déchets des poubelles et de la benne du camion, puisque son travail consiste uniquement à commander le bras depuis la cabine. L'exposition aux bioaérosols et aux objets dangereux semble éliminée, en théorie du moins.

Figure 1. Camion avec bras assisté pour la collecte des déchets

4. Risques d'accidents et de problèmes musculo-squelettiques chez les éboueurs

- 7 Les études danoises et québécoises ont calculé que ce secteur d'activité affichait des taux d'accidents et de problèmes musculo-squelettiques particulièrement élevés. Les chercheurs ont démontré que ces problèmes étaient reliés de façon significative à une charge de travail extrêmement lourde, à de nombreuses contraintes ergonomiques et organisationnelles, et aux risques d'un travail exécuté sur la voie publique sous fortes contraintes de temps (Bourdouxhe et coll., 1992 ; Malmros et coll., 1992 ; Poulsen et coll., 1995). Par ailleurs, quelques utilisateurs du camion avec bras assisté, rencontrés au cours de ces premières études de terrain, avaient déjà laissé entendre que de nouveaux problèmes, plus spécifiquement des douleurs au cou et au haut du dos, apparaissaient et qu'ils étaient probablement liés, selon eux, à une conception inadéquate du camion.

5. Méthodologie

- 8 Pour évaluer les risques biologiques associés à la collecte avec le camion équipé du bras assisté, l'exposition des éboueurs aux bioaérosols lorsqu'ils utilisent cet équipement a été comparé aux valeurs guides recommandées. Les dangers ergonomiques ont été estimés en comparant les indicateurs de charge de travail et de risques d'accident avec le nouvel équipement à ceux mesurés en 1992 dans la collecte conventionnelle ; les nouvelles contraintes ergonomiques potentielles ont, en outre, été inventoriées.

5.1 Analyse des agents biologiques

- 9 Des prélèvements ont été faits sur les travailleurs pour recueillir les microorganismes cultivables : bactéries totales, moisissures et endotoxines. Ils ont été effectués sur cassette pendant l'été, lorsque la prolifération microbienne est maximale (Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Nielsen et coll., 2000). Cette technique de prélèvement personnel est la même que celle utilisée dans la majorité des études publiées sur le sujet (Poulsen et coll.,

1995). Les méthodes d'analyse sont celles standard utilisées au laboratoire de microbiologie de l'IRSST. Le tableau 2 résume ces méthodes (IRSST, 1998a ; IRSST, 1998b).

Tableau 2. Résumé de la méthodologie - évaluation des bioaérosols

Agent	Échantillonnage	Analyse	
		Principe	Limite de détection
Bactéries totales	Filtre en polycarbonate + milieu TSA, 2 L/min, 30 minutes	Extraction dans eau distillée stérile et Tween 20 + incubation 2 jours, 37,5 °C + dénombrement	1 250 UFC/m ³
Moisissures totales	Filtre en polycarbonate + milieu agar à extrait de malt, 2 L/min, 30 minutes	Extraction eau stérile et Tween 20 + incubation 5-7 jours, 25 °C + dénombrement	1 250 UFC/m ³
Endotoxines	Filtre en fibre de verre, 2 L/min, 240 minutes	Test LAL ⁽¹⁾ chromogénique et cinétique = photométrie	4 UE/m ³

⁽¹⁾ LAL = lysat d'améobocyte de limule.

UFC = unité formatrice de colonies.

UE = unité d'endotoxines ; 10 UE correspondent à 1 nanogramme (ng).

- 10 Cinq situations de travail, deux à la campagne et trois en ville, ont été évaluées en août et septembre 2001, avec la participation des travailleurs en poste. Les stratégies utilisées dans l'évaluation de conditions représentatives des pires conditions de travail (températures maximales d'été, journée où la quantité de matériel ramassé était la plus élevée, temps maximal entre deux cueillettes, etc.) ont été suivies tout au long de l'étude (ACGIH, 1999 ; Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Mulhausen et Damiano, 1998). Dans un même souci de représentativité maximale, les différents types de matières habituellement collectés par le nouvel équipement ont été considérés : déchets en vrac destinés à l'enfouissement en décharge, matériaux triés pour la récupération et le recyclage, matériel organique compostable. La figure 2 illustre les cinq situations de travail retenues pour cette étude.

Figure 2. Les cinq situations de travail évaluées

- 11 Afin d'obtenir un nombre d'échantillons suffisant, des prises d'échantillon ont également été faites sur le chercheur ergonomiste présent à côté du travailleur. Dans la même journée, des prélèvements contrôles mesurant les niveaux de base ont été réalisés dans le secteur de collecte, en amont dans la direction du vent. Rappelons que ces dernières servent de référence lors de la comparaison entre les niveaux de base et ceux pris sur les travailleurs, comme le recommande l'ACGIH (1999).
- 12 Les moyennes des concentrations de moisissures et d'endotoxines ont été comparées avec celles de base. Les bactéries (bactéries totales et endotoxines) ont été mises en parallèle avec les concentrations limites suggérées pour une exposition de huit heures (Malmros et coll., 1992 ; Poulsen et coll., 1995 ; ACGIH, 1999). En raison des distributions log-normales des données, le test de « t » de Student a été réalisé sur les logarithmes des valeurs (Mulhausen et Damiano, 1998). Pour celles non détectées par les méthodes d'analyse, la limite de détection divisée par la racine carrée de deux a été utilisée (Finkelstein et Verma, 2001 ; Rao et coll., 1991).
- 13 D'autre part, les cinq situations de travail pouvaient présenter des différences importantes en termes de matières collectées et de difficultés opératoires. Or, il est fort possible que l'exposition des éboueurs aux bioaérosols varie avec la nature des matières collectées ainsi qu'avec la fréquence des sorties de l'opérateur hors de sa cabine pour manipuler les déchets, en cas d'incident par exemple. C'est pourquoi les concentrations de bioaérosols par tonne de matière collectée ont été comparées entre les cinq types de collecte à l'aide de tests de comparaisons multiples des médianes de Kruskal-Wallis (NCSS, 1998). Ces épreuves ont permis de détecter des différences statistiquement significatives ($p \leq 0,05$).

5.2 Analyses des contraintes ergonomiques

- 14 L'étude ergonomique descriptive avait pour but de détecter les changements, aussi bien négatifs que positifs, apportés par cette nouvelle façon de travailler et d'utiliser les résultats de la comparaison pour améliorer l'aménagement des camions. La méthodologie de recherche s'est appuyée sur la convergence de cinq types de données exposés dans les paragraphes qui suivent.

15 (1) L'ergonome a observé, du début à la fin de chaque collecte, les cinq situations de travail avec l'aide du bras assisté, caractérisées à la figure 2. Pour chacune, il a relevé les paramètres suivants :

- Durée totale de la journée de travail et durée de la collecte proprement dite
- Distance du trajet de collecte parcouru par le véhicule et distance marchée par l'éboueur (km et nombre de pas, mesurés avec le pedomètre)
- Tonnage collecté (par pesée du camion à la décharge ou au centre de tri)
- Nombre d'arrêts ou points de collecte des déchets
- Nombre de montées/descentes du chauffeur-éboueur. Comme la collecte est en principe presque entièrement automatisée, le nombre de sorties du chauffeur pour régler un imprévu ou charger un contenant autre que le bac roulant, en plus d'être un indice d'effort cardio-vasculaire, est un bon indicateur des écarts entre travail prévu et travail réel
- Nombre de bacs roulants vidangés automatiquement par le bras assisté (voir photo figure 1)
- Nombre d'autres objets manipulés et transportés par l'éboueur : poubelles de dimensions et poids réglementaires, poubelles hors normes, grands sacs poubelles standard, petits sacs de plastique renfermant des déchets, grands morceaux de carton, etc.
- Activités à risque : ces activités de travail dangereuses sont utilisées comme stratégies de gain de temps (ex : pousser les déchets à la main au dessus de la lame de compaction), d'allègement de la charge, ou comme résultantes d'un mauvais aménagement de l'équipement
- Éléments d'aggravation de la charge de travail : certains éléments contribuent à augmenter la pénibilité de la tâche ; ils sont liés aux comportements des clientèles desservies (objets dangereux, contenants hors normes, trop volumineux ou trop lourds, que l'éboueur doit manipuler et transporter,...) ou à l'état du terrain (automobiles stationnées devant les bacs, pente boueuse, etc.)
- Incidents : les événements qui perturbent le déroulement normal des opérations obligent l'éboueur à effectuer des activités de récupération qui engendrent, à leur tour, d'autres risques (ex : chute d'un bac roulant, rupture d'une boîte de carton mouillée dont le contenu se répand au sol)
- Les mouvements à risque : flexions extrêmes (pour soulever ou manipuler des objets et contenants plus bas que 50cm) ; torsions du dos (pour transférer des poids sans déplacer les pieds) ; lancers avec projection de la charge dans le chargeur de la benne de compaction.

16 Ces observations ont permis de caractériser les cinq situations de travail et elles ont aussi servi de base au calcul d'indicateurs de charge de travail, de contrainte et de risque d'accident. Les principaux indicateurs à l'étude étaient :

- Taux de collecte (tonnes/heure)
- Vitesse de collecte (km/heure)
- Densité de déchets (kg/km)
- Fréquence horaire des montées/descentes indiquant les sorties de l'éboueur hors de la cabine
- Fréquence horaire des flexions extrêmes (objets plus bas que 50cm)
- Fréquence moyenne des flexions par point de collecte
- Fréquence horaire des lancers par projection ou par torsion lombaire
- Fréquence horaire des activités à risque
- Fréquence horaire des incidents
- Fréquence horaire des poubelles hors normes
- Au total : fréquence horaire globale de survenue de tous types de risques et de contraintes

- 17 Les taux de diminution ou d'augmentation des contraintes ergonomiques par rapport à celles de la collecte conventionnelle ont été calculés en divisant les valeurs mesurées dans l'étude de la collecte avec bras assisté par celles obtenues dans l'étude de la collecte conventionnelle en 1992 (Bourdouxhe et coll., 1992).
- 18 (2) L'observation du travail des cinq tournées avec des éboueurs de tailles différentes (petits, moyens et grands) a permis de situer l'origine des problèmes ressentis par chacun des trois groupes et d'établir s'ils sont de nature posturale, temporelle ou s'ils relèvent d'exigences physiques. Les travailleurs observés variaient également quant à leur mode opératoire, les uns préférant conduire debout et les autres assis.
- 19 (3) La mesure de la position relative des commandes (volant, accélérateur, frein, leviers d'embrayage et de commande du bras assisté) et des points de saisie d'information visuelle (rétroviseurs, fenêtres de la cabine, écran de surveillance) a permis de caractériser l'aménagement physique du poste de conduite des 3 camions différents utilisés lors des cinq tournées de collecte observées.
- 20 (4) Le relevé des postures de travail des éboueurs observés a été comparé aux plages d'amplitude de référence des écrits en ergonomie de conception (Diffrient et coll., 1981 ; Woodson, 1992) pour déterminer s'il existait des contraintes reliées à la disposition des commandes et des points de saisie d'information visuelle mesurée au point 3 ci-dessus.
- 21 (5) Les opinions des éboueurs ont été recueillies lors de la collecte de données sur le terrain pour l'évaluation des cinq situations de travail et lors d'une entrevue collective de validation des résultats avec les travailleurs observés. Les questions portaient sur les douleurs, les points d'inconfort, les difficultés à réaliser les tâches, les avantages et les inconvénients du nouvel équipement, les changements organisationnels survenus dans le secteur et l'évolution des risques d'atteinte à la santé ainsi qu'à la sécurité.
- 22 Toutes ces données documentent la situation de travail et illustrent les exigences des tâches ainsi que celles du poste de conduite. L'ensemble de ces analyses a permis de décrire les caractéristiques physiques du travail et, indirectement, de faire des suggestions pour un aménagement adéquat de la collecte et des équipements. Certaines tendances dans l'évolution des risques à la santé et à la sécurité ont également été mises en évidence.

6. Résultats et discussion

- 23 Le tableau 3 présente les caractéristiques des cinq situations (scénarios) de travail évaluées dans cette étude.

Tableau 3. Description des différentes situations de travail

Scé- nario No.	Territoire	Type de déchets	Fréquence de collecte	Tonnage total (10 ³ kg)	Territoire total (km)	Tonnage/ km (10 ³ kg/km)	% de points de collecte avec sortie à l'extérieur du camion
1	Ville	En vrac	1 fois/2 sem	22,7	79	0,29	32 (250/772)

2	Ville	Recyclables	1 fois/2 sem	10,5	43	0,24	15 (80/546)
3	Ville	Compost	1 fois/sem	10,4	50	0,21	6 (25/425)
4	Campagne	En vrac	1 fois/2 sem	13,7	177	0,08	43 (153/359)
5	Campagne	Recyclables	1 fois/2 sem	5,1	180	0,03	18 (72/392)

- 24 En premier lieu, nous analyserons les résultats des mesures des bioaérosols présents dans les cinq situations de travail différentes où des camions avec bras articulés sont utilisés. Ensuite, nous procéderons à l'analyse de l'étude ergonomique.

6.1 Agents biologiques

- 25 Les tableaux 4 à 6 rapportent, pour chacune des situations de travail, les concentrations moyennes de bioaérosols mesurées.

6.1.1 Bactéries totales

- 26 Le tableau 4 montre que les concentrations moyennes de bactéries totales mesurées sur les travailleurs sont, comme dans l'étude de la collecte conventionnelle (Lavoie, 2000), de l'ordre de 10^3 - 10^4 UFC/m³ d'air. L'exposition des travailleurs est supérieure, de façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$) aux niveaux de base. Toutefois, contrairement à l'étude de la collecte conventionnelle où la valeur guide de 10^4 UFC/m³ d'air était atteinte dans 86 % des cas, l'utilisation de camions avec bras assisté fait descendre ce pourcentage à 20 %. De fait, la valeur guide est atteinte seulement pour la collecte des ordures en vrac en ville (18 090 ($\pm 1,5$) UFC/m³ d'air). L'utilisation d'un camion avec bras assisté semble donc diminuer l'exposition des travailleurs aux bactéries totales aéroportées.

Tableau 4. Concentrations moyennes (1) de bactéries

Bioaérosol	Bactéries totales			
	Niveaux de base		Travailleurs	
Type de collecte	n	UFC/m ³	n	UFC/m ³
1 (Ville, en vrac)	2	3600 ($\pm 1,8$)	6	18090 ($\pm 1,5$) ^a
2 (Ville, recyclables)	3	400 ($\pm 4,4$)	6	1510 ($\pm 2,4$) ^a
3 (Ville, compost)	3	210 ($\pm 1,2$)	5	5960 ($\pm 1,9$) ^a
4 (campagne, en vrac)	3	600 ($\pm 4,0$)	5	5710 ($\pm 1,5$) ^a

5 (Campagne, recyclables)	3	460 ($\pm 3,5$)	6	4500 ($\pm 2,3$) ^a
---------------------------	---	-------------------	---	---------------------------------

(1) Moyennes et écart-types géométriques.

Valeur guide : 10 000 UFC/ m³ d'air pour huit heures.

^a = Significativement plus élevé (p $\leq$ 0,05) que le niveau de base.

n = nombre de prélèvements.

6.1.2 Endotoxines

- 27 La même constatation peut être faite pour les concentrations d'endotoxines (tableau 5). Les mesures faites sur les travailleurs indiquent qu'elles sont toutes moindres à la valeur guide proposée par l'ACGIH (1999). Elles sont aussi toutes inférieures au niveau d'intervention de 50 % de la norme habituellement utilisée en hygiène du travail (Mulhausen et Damiano, 1998). Il est donc permis de croire, dans l'état actuel des connaissances, que l'exposition aux endotoxines des travailleurs qui utilisent ce type de camion est insuffisante pour être associée à des symptômes respiratoires (ACGIH, 1998 ; Lavoie, 2000 ; Rylander et Jacobs, 1997 ; Wouters et al., 2000).

Tableau 5. Concentrations moyennes¹ d'endotoxines

Bioaérosol	Endotoxines			
	Niveaux de base		de Travailleurs	
Type de collecte	n	UE/m ³	n	UE/m ³
1 (Ville, en vrac)	3	2,9 ($\pm 1,4$)	3	39,1 ($\pm 1,9$)
2 (Ville, recyclables)	3	2,9 ($\pm 1,4$)	3	3,5 ($\pm 1,2$)
3 (Ville, compost)	3	2,9 ($\pm 1,4$)	4	7,5 ($\pm 2,0$)
4 (campagne, en vrac)	3	2,9 ($\pm 1,4$)	4	6,8 ($\pm 1,7$)
5 (Campagne, recyclables)	3	2,9 ($\pm 1,4$)	4	3,9 ($\pm 1,2$)

(1) Moyennes et écart-types géométriques.

Valeur guide : 30 fois supérieure au niveau de base.

n = nombre de prélèvements.

6.1.3 Moisissures

- 28 Le tableau 6 montre que, lorsqu'elles sont comparées avec leurs niveaux moyens de base qui sont de l'ordre de 10³ UFC/m³ d'air, les concentrations moyennes de moisissures les dépassent, d'une façon statistiquement significative (p $\leq$ 0,05), dans tous les scénarios de collecte. De l'ordre de 10⁴ UFC/m³ d'air (un ordre de grandeur supérieur aux concentrations de base), elles sont similaires à celles rapportées dans l'étude de la collecte conventionnelle (Lavoie, 2000).

- 29 La littérature scientifique rapporte, pour la collecte des ordures, des concentrations de moisissures variant de 10^3 à 10^6 UFC/m³ d'air (Breum et coll., 1996 ; Heldal et Eduard, 1997 ; Lavoie, 2000 ; Nielsen et coll., 1995 ; Nielsen et coll., 2000). Elles peuvent initier des réactions inflammatoires de types allergiques ou non allergiques (ACGIH, 1998 ; Lavoie, 2000 ; Vernhoeff et Burge, 1997 ; Wouters et coll., 2000). Elles ont été aussi reliées à des problèmes gastro-intestinaux dans la collecte de la fraction biodégradable des déchets (Bergamasco et coll., 1998 ; Lavoie, 2000 ; Lavoie et Guertin, 2001 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Poulsen et coll., 1995).

Tableau 6. Concentrations moyennes¹ de moisissures

Biaérosol	Moisissures			
	Niveaux de base		Travailleurs	
Type de collecte	n	UFC/m ³	n	UFC/m ³
1 (Ville, en vrac)	3	3350 (±1,8)	6	75510 (±1,9) ^a
2 (Ville, recyclables)	3	4010 (±2,4)	5	36500 (±1,4) ^a
3 (Ville, compost)	3	4735 (±2,0)	6	46800 (±2,5) ^a
4 (campagne, en vrac)	3	1130 (±5,4)	5	13250 (±1,8) ^a
5 (Campagne, recyclables)	3	8720 (±1,3)	6	27320 (±1,8) ^a

(1) Moyennes et écart-types géométriques.

Valeur guide : Équivalente au niveau de base.

^a = Significativement ($p \leq 0,05$) plus élevé que le niveau de base.

n = nombre de prélèvements.

6.1.4 Effet du type de matière collecté et de la fréquence des sorties de l'éboueur sur l'exposition

- 30 On se doutait que le type et la densité de matière collectée devaient influencer la concentration en bioaérosols, donc l'exposition. La fréquence des sorties de l'éboueur hors de sa cabine, en le rapprochant des sources émettrices, devait elle aussi influencer l'exposition. Comme chaque scénario de collecte était caractéristique en termes de type et densité de matière ainsi qu'en termes de fréquence des sorties de l'éboueur, des tests de comparaison multiple des médianes de Kruskal-Wallis ont été effectués sur les concentrations de bactéries et de moisissures (moins les niveaux de base) par tonne métrique. Les résultats obtenus démontrent que la concentration moyenne de moisissures la plus élevée par tonne est observée lors de la collecte du compost. Toutefois, cette concentration moyenne est significativement plus haute ($p \leq 0,05$) seulement lorsqu'elle est comparée avec la collecte des matières recyclables en ville. Elle n'est pas significativement différente des trois autres types de collecte. Celle des matières recyclables en ville présente, quant à elle, des concentrations de moisissures par tonne métrique significativement plus faibles ($p \leq 0,05$) que les quatre autres scénarios de

collecte. Le type de matière et leur concentration peuvent aussi influencer les concentrations moyennes en bactéries. Il n'est donc pas surprenant que la concentration moyenne maximale de bactéries par tonne métrique ait été mesurée, en ville, lors de la collecte des ordures en vrac. Cette concentration est significativement plus élevée ($p \leq 0,05$) que celle mesurée lors de la collecte des matières recyclables en ville.

- 31 Les données recueillies ne nous permettent toutefois pas de tirer de conclusion claire quant au rôle joué sur l'exposition par la fréquence des sorties de l'éboueur à l'extérieur du camion. En effet, les tests de Kruskal-Wallis montrent que, pour les moisissures, la concentration la plus élevée par tonne de matière collectée a été observée lors de la collecte du compost. Or le tableau 2 indique que ce scénario de collecte est également celui où la fréquence des sorties était la plus faible. La même constatation est faite pour les bactéries.

6.1.5 En résumé, pour les bioaérosols

- 32 La manipulation des ordures avec les mains nues devrait être évitée, même pour la collecte avec des camions munis de bras assisté. Comme l'organisation actuelle de cette nouvelle technique de collecte laisse encore place à de nombreux contacts directs avec les déchets, les éboueurs devraient avoir la possibilité de laver leurs mains régulièrement durant leur travail. Certains auteurs ont, en effet, rapporté que les mains des travailleurs étaient contaminées par des *Streptococci*, des entérobactéries et d'autres microorganismes (Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Poulsen et coll., 1995). Des *Streptococci* et des *Enterobacter* ont été aussi détectés sur les vêtements de travailleurs manipulant des ordures domestiques (Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Poulsen et coll., 1995). De fait, l'émission de la poussière accumulée dans les vêtements augmente la concentration des contaminants dans la zone respiratoire. Si ces microorganismes sont étrangers au système immunitaire du travailleur, des diarrhées peuvent survenir (Ivens et coll., 1997 ; Ivens et coll., 1999 ; Lavoie, 2000 ; Lavoie et Dunkerley, 2002 ; Poulsen et coll., 1995). Des mesures strictes d'hygiène personnelle devraient être appliquées afin de limiter les effets indésirables des bioaérosols sur la peau et dans les poumons.

6.2 Contraintes ergonomiques

6.2.1 Caractéristiques du travail

- 33 Les sections suivantes présentent les principales caractéristiques du travail dans chacune des situations de collecte avec bras assisté observées et analysées : collecte des déchets enfouissables en vrac, collecte du compost et collecte des matières recyclables.

6.2.2 Collecte en vrac des déchets domestiques enfouissables

- 34 Pour ce type de collecte, deux journées complètes de travail ont été observées sur des territoires différents, ville et campagne. Le tableau 7 présente leurs caractéristiques.

Tableau 7. Caractéristiques de la collecte en vrac des déchets domestiques enfouissables

Caractéristiques	Territoire
------------------	------------

	Ville	Campagne
Distance de collecte (Km)	79	177
Nombre de pas de l'éboueur	2160 (1,080km)	1224 (0,612km)
Tonnage collecté (10 ³ Kg)	22,7	13,7
Durée totale de la journée de travail	9 h28min	11h15min
Durée de la collecte proprement dite	7h44min	7h51min
Nombre d'arrêts aux points de collecte	772	359
Nombre de bacs vidangés mécaniquement	513	303
Nombre de montées/descentes (sorties de l'éboueur hors de la cabine de conduite)	250	153
Nombre d'activités à risque ¹	143	91
Nombre d'éléments d'aggravation de la charge de travail ¹	50	11
Nombre d'incidents ¹	9	3
Nombre de poubelles règlementaires	127	82
Nombre de poubelles hors normes	-	16
Nombre de gros sacs poubelles standard	269	345

¹: définition de ces variables : voir section méthodologique.

6.2.3 Collecte du compost

- 35 La collecte du compost se fait 5 mois par année durant la saison chaude. Un seul trajet a été suivi pour ce type de matière. La collecte s'est faite en ville. Le tableau 8 présente les résultats des observations.

Tableau 8. Caractéristiques de la collecte du compost

Caractéristiques	Territoire
	Ville
Distance de collecte (Km)	50
Nombre de pas de l'éboueur	810 (0,405km)

Tonnage collecté (10 ³ Kg)	10,4
Durée totale de la journée de travail	7h10min
Durée de la collecte proprement dite	5h33min
Nombre d'arrêts aux points de collecte	425
Nombre de bacs vidangés mécaniquement	408
Nombre de montées/descentes (sorties de l'éboueur hors de la cabine de conduite)	25
Nombre d'activités à risque ¹	14
Nombre d'éléments d'aggravation de la charge de travail ¹	19
Nombre d'incidents ¹	3
Nombre de poubelles règlementaires	-
Nombre de poubelles hors normes	-
Nombre de gros sacs poubelles standard	-

¹ : définition de ces variables : voir section méthodologique.

6.2.4 Collecte des matières recyclables

- 36 Dans ce cas, deux collectes complètes ont été suivies. La première a été faite en ville et la deuxième à la campagne. Le tableau 9 présente les caractéristiques de ce type de collecte.

Tableau 9. Caractéristiques de la collecte des matières recyclables

Caractéristiques	Territoire	
	Ville	Campagne
Distance de collecte (Km)	43	180
Nombre de pas de l'éboueur	1434	900
Tonnage collecté (10 ³ Kg)	10,5	5,1
Durée totale de la journée de travail	10 h 35	8 h 30
Durée de la collecte proprement dite	7h01min	7h12min
Nombre d'arrêts aux points de collecte	546	392
Nombre de bacs vidangés mécaniquement	693	423

Nombre de montées/descentes (sorties de l'éboueur hors de la cabine de conduite)	80	72
Nombre d'activités à risque ¹	99	84
Nombre d'éléments d'aggravation de la charge de travail ¹	60	61
Nombre d'incidents ¹	1	2
Nombre de poubelles règlementaires	2	1
Nombre de poubelles hors normes	-	-
Nombre de grands morceaux de carton	17	-

¹ : définition de ces variables : voir section méthodologique.

6.2.5 Caractéristiques anthropométriques et sociodémographiques des travailleurs

- 37 Pour l'ensemble des situations de travail étudiées, cinq travailleurs différents ont été observés et mesurés. Le tableau suivant présente leurs caractéristiques en termes de sexe, poids, âge, expérience de travail et taille. Ces attributs seront utilisés un peu plus loin pour interpréter les écarts aux critères de référence en ergonomie de conception du poste de conduite des véhicules, et lors de l'évaluation de la hauteur des points de chargement des bennes

Tableau 10. Caractéristiques des travailleurs observés en situation de travail

Travailleur	Sexe	Taille (cm)	Poids (kg)	Âge (ans)	Expérience de travail (ans)
#1	H	175	100	43	20
#2	F	163	63	47	5
#3	H	165	73	53	27
#4	H	183	102	40	1
#5	H	175	79	45	23

6.2.6 Synthèse des comparaisons entre les contraintes et les risques de la collecte conventionnelle et ceux de la collecte avec la nouvelle technique du bras assisté

- 38 Le tableau 11 présente la synthèse des comparaisons entre les contraintes et les risques de la collecte conventionnelle ainsi que ceux faite à l'aide de la nouvelle technique mécanisée. Les données de la collecte conventionnelle (Bourdouxhe et coll., 1992) et celles de l'étude de la technique du bras assisté (Lavoie et Guertin, 2002) ont été comparées. La comparaison porte sur les indicateurs qui ont été définis plus haut, dans la section méthodologique.

Tableau 11. Synthèse des comparaisons entre les risques et contraintes ergonomiques de la collecte conventionnelle (Bourdouxhe et al., 1992) et ceux de la technique avec bras assisté (Lavoie et Guertin, 2002)

Paramètres mesurés	Indicateurs		Gains ou pertes avec la technique du bras assisté
	Collecte conventionnelle (1992)	Collecte avec bras assisté (2002)	
Taux de collecte (tonne/hre.)			Supérieur
Déchets enfouissables en vrac, ville	1,8	2,9	+61 %
Enfouissables en vrac, campagne	1,5	1,8	+20 %
Compost	-	1,9	
Recyclables, ville	1	1,5	+50 %
Recyclables, campagne	-	0,7	
Vitesse de collecte (km/h) et densité d'ordures (kg/km)			Plus lent et plus dense pour les recyclables en ville
Recyclables, ville	9,0 et 126	6,1 et 244	-33 % et +94 %
Déchets enfouissables en vrac, ville	5,8 et 356	10,2 et 287	+76 % et -20 %
Enfouissables en vrac, campagne	17,8 et 84	22,5 et 77,5	+26 % et -8 %
Compost	-	9 et 208	-
Recyclables, campagne	-	25 et 28,3	-
Déplacements de l'éboueur : montées/descentes (sorties de la cabine), marches sur longue distance (M), courses (C), distance marchée (DM)			Inférieurs
Ville	M/D = 89 M = 1 C = 0 DM = 4 km	M/D = 22 M = 2 C = 0 DM = 1,2 km	-75 % -70 %

Campagne	M/D = 57 M = 0 C = 0 DM =6 km	M/D = 15 M = 0 C = 0 DM =0,7 km	-74 % -88 %
Fréquence horaire des flexions extrêmes			Inférieure
Enfouissables en vrac, ville	122/hre.	9/hre.	-93 %
Enfouissables en vrac, campagne	169/hre.	3/hre.	-98 %
Recyclables, ville	218/hre.	12/hre.	-94 %
Enfouissables en vrac, ville	1,6	0,10	-94 %
Enfouissables en vrac, campagne	2,9	0,01	-99,6 %
Recyclables, ville	2,8	0,15	-95 %
Fréquence horaire des lancers par projection ou par torsion lombaire			Inférieure
Enfouissables en vrac, ville	233/hre.	43/hre.	-69 % ¹
Enfouissables en vrac, campagne	162/hre.	45/hre.	-23 % ¹
Recyclables, ville	103/hre.	41/hre.	-97 % ¹
Fréquence horaire des activités à risque			Équivalente ou inférieure
Enfouissables en vrac	25/hre.	11/hre.	Équivalente ¹
Recyclables	85/hre.	12/hre.	-74 % ¹
Fréquence horaire des incidents			Inférieure
Enfouissables en vrac	1,6/hre,	1,4/hre,	-12 %
Recyclable	1,5/hre,	1,0/hre,	-33 %
Fréquence horaire des vidanges de poubelles hors normes	16/hre.	16/hre.	Équivalente
Fréquence horaire totale des risques et contraintes			Inférieure
Déchets enfouissables en vrac, ville	552/hre.	163/hre.	-70 %

Enfouissables en vrac, campagne	518/hre.	138/hre.	-73 %
Recyclables, ville	580/hre.	52/hre.	-91 %

¹ : Ces valeurs ont été obtenues par une pondération qui tient compte de la densité de déchets et de son influence sur le mode opératoire du travailleur.

- 39 D'une façon générale, les principales contraintes et les risques d'accident relevés dans l'étude de la collecte conventionnelle (Bourdouxhe et coll., 1992) ont connu une diminution substantielle suite à l'introduction de la nouvelle technique de collecte automatisée. Une réduction de 91 % de la fréquence globale d'apparition des contraintes et des risques d'accident a été observée dans la collecte des matières recyclables en ville. Pour la collecte des produits enfouissables en vrac, cette réduction a été de 71 % en ville et de 73 % à la campagne.

6.2.7 Analyse de l'aménagement physique du poste de conduite

- 40 Trois camions différents ont été utilisés lors des cinq parcours de collecte observés. Pour évaluer l'aménagement physique du poste de conduite, nous avons d'abord mesuré - selon la position de conduite choisie par le travailleur (assis ou debout) et selon sa taille (petit, moyen ou grand) - les distances entre les différentes parties de son corps et les appuis (siège, dossier), les points de saisie d'information visuelle (écran, rétroviseurs) et les points d'intervention de conduite (volant, levier du bras assisté, frein, accélérateur). Ces mesures ont été comparées aux plages des valeurs limites des critères de référence qui ont cours en ergonomie de conception (Diffrient et coll., 1981 ; Woodson, 1992). [Le tableau détaille des critères de référence est présenté dans le rapport de recherche de l'IRSST : Lavoie et Guertin, 2002, tableau 23, p. 38]. La comparaison des distances mesurées avec les plages de référence recommandées a permis de déterminer s'il existait des contraintes liées à la disposition des points de prise d'information visuelle, des points d'appui du corps et des points d'action ou de commande. L'évaluation de la disposition de l'équipement est résumée dans les paragraphes qui suivent. Couplée au tableau des critères de référence que nous venons de mentionner, elle pourrait servir de base à un aménagement adéquat de la cabine de conduite du camion avec bras assisté.
- 41 En tenant compte de la taille des travailleurs et des postures (assis ou debout) adoptées pendant la collecte, nous avons constaté que la disposition de certains équipements posait problème :
- En position debout, pour chaque travailleur observé, il y avait un problème dans la disposition en hauteur de l'accélérateur, du frein et du levier de commande.
 - En dégagement frontal (distance entre le travailleur et la position de l'équipement à atteindre en face de lui) en position debout, quel que soit le travailleur observé, on relevait aussi un problème potentiel de disposition du volant, de l'accélérateur et du frein. Pour le volant, en tenant compte de l'inclinaison, les écarts par rapport aux distances recommandées étaient minimes, à plus ou moins 1,3 à 2,5 cm.
 - En dégagement latéral (distance entre le travailleur et le point à atteindre de côté) en position debout, seule la pédale de frein se trouvait en dehors des limites de référence, pour le plus grand travailleur et pour le plus petit. Toutefois, pour les quatre éboueurs qui

travaillaient debout, la pédale d'accélération était à la limite supérieure de la plage de référence (21,6 à 22,9 cm).

- Pour la vision en position debout, seul le rétroviseur gauche dépassait la limite supérieure de la plage de référence (75°), et ce, pour les trois camions évalués.
- Dans le cas où le travailleur conduisait assis, la position du frein (en hauteur, en dégagement latéral et en dégagement frontal), celle de l'accélérateur (en dégagement latéral) et enfin celle du levier d'embrayage (en dégagement latéral) présentaient des problèmes. En ce qui concerne la vision, seules les positions en hauteur de l'écran et celle du rétroviseur droit en dégagement latéral étaient problématiques.

- 42 À moyen et long terme, les contraintes relevées ici peuvent s'avérer sources de risques de troubles musculo-squelettiques.

6.2.8 Manipulation manuelle des produits et position relative du point de chargement de la benne de compaction du camion avec bras assisté

- 43 Lors de la collecte en vrac des déchets domestiques enfouissables, bien que la standardisation progressive des contenants (bacs roulants conçus ad hoc) favorise la collecte mécanisée, les nombreux objets qui sont déposés à côté du bac roulant à plusieurs points de collecte obligent encore l'éboueur à procéder manuellement au chargement. Dans ces conditions, pour l'éboueur, le niveau de pénibilité est fonction de la position du point de chargement (hauteur et distance entre l'ouverture de chargement de la benne et le travailleur qui y transfère les déchets à la main).
- 44 Le niveau d'exigence relative du chargement manuel a pu être caractérisé en rapportant les mensurations anthropométriques des travailleurs observés (tableau 9) aux mesures du point de chargement effectuées sur quatre des cinq camions (tableau 12). Certaines mensurations ont été obtenues par une extrapolation basée sur les tables anthropométriques des populations petites, moyennes et grandes (Diffrient et coll., 1981)(tableau 12).

Tableau 12. Position relative du point de chargement des véhicules observés, comparée aux mensurations des populations petites, moyennes et grandes

Caractéristiques anthropométriques des populations petites, moyennes et grandes (Diffrient, 1981)			Position du point de chargement des véhicules observés dans l'étude de la collecte avec bras assisté	
Taille (cm)	Hauteur d'épaule (cm)	Longueur des bras (cm)	Hauteur (cm) ¹	Dégagement frontal (cm) ²
162,6	135,3	59,7	139,7	38,1
172,7	141,6	63,5	170,2	43,2
185,4	152,4	68,6	132,1	

¹ Le point de chargement de 2 camions a une hauteur de 139,7 cm ; le camion pour la collecte du compost est exclu.

² Le point de chargement de 3 camions a un dégagement frontal de 38,1 cm, l'autre de 43,2 cm ; le camion pour la collecte du compost est exclu.

45 La comparaison entre les caractéristiques anthropométriques (dimensions des membres et du corps) des travailleurs et l'emplacement en hauteur et en distance frontale du point de chargement de la benne du véhicule a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Pour un des camions, la hauteur du point de chargement induit une variation importante selon la taille du travailleur dans les efforts requis pour le chargement manuel.
- Le point de chargement se situe au-dessus des épaules pour au moins 50 % de la population masculine et pour pratiquement 100 % de la population féminine (Diffrient et coll., 1981).
- En dégagement frontal, avec une distance minimale de 38,1cm à 43,2 cm mesurée entre les déchets et le camion, alors que la longueur des bras varie de 59,7 cm à 68,6 cm, les éboueurs doivent absolument reculer pour ensuite transférer la charge à bout de bras par projection s'ils veulent éviter d'accrocher la charge ou de heurter un élément de la structure du véhicule.

6.2.9 Opinions des éboueurs

46 Le point de vue des éboueurs sur le travail de collecte avec le véhicule muni du bras assisté a été recueilli lors des séances de mesures et d'observations sur le terrain et au cours d'une entrevue collective de validation des résultats. Leurs opinions touchent principalement les améliorations apportées par le nouvel équipement, l'organisation du travail et la formation, les contraintes reliées aux conditions climatiques, à l'aménagement physique du véhicule, et à différents aspects de la charge de travail - en ce qui concerne le nettoyage de l'équipement et les tâches de conduite qui sollicitent la vision, notamment. La liste présentée ici a été établie en fonction de l'importance des thèmes abordés et de leur priorité relative en matière d'intervention, s'il y a lieu.

a. Améliorations des conditions de travail et réduction des contraintes apportées par le nouvel équipement

- Avant, les plus vieux travailleurs ne pensaient pas pouvoir se rendre jusqu'à leur retraite ; maintenant on revient à la maison après une journée de travail en étant comme on était au départ.
- En hiver, avec le chauffage dans la cabine et la diminution du nombre de fois où il faut sortir du véhicule, les conditions de travail sont beaucoup plus acceptables qu'avant.
- Depuis que le dossier d'appui a été avancé, cela va beaucoup mieux pour travailler en position debout.
- En hiver, le bras assisté élimine les efforts de manutention dus aux bancs de neige (congères).
- En hiver, il y a moins (qu'avant) de matériel à côté des bacs roulants à vidanger et les chauffeurs peuvent donc opérer le camion assis du côté gauche, ce qui augmente la vision et réduit les risques d'accident.
- La conduite à droite avec « shaft » est moins pénible qu'avec chaîne car le dispositif ne s'encrasse plus.
- En position debout, depuis que la plate-forme a été relevée, la vision dans le rétroviseur du côté gauche est adéquate (éboueur de petite taille).
- Au début, en tenant le levier de commande du bras plus serré l'éboueur ressentait de la douleur au coude droit, et maintenant il n'en ressent plus, car il garde la main droite détendue (opérateur gaucher).

b. Difficultés d'apprentissage

- Il faut environ 1 mois ½ pour s'habituer aux rétroviseurs et 3 mois pour bien maîtriser le trajet.
- Il faut environ 4 jours pour maîtriser le levier de commande du bras articulé ; le contrôle du positionnement adéquat du bras se fait en regardant d'abord dans le rétroviseur et ensuite à l'écran.
- Aux premières neiges, il faut se surveiller pour ne pas « passer tout droit » devant le bac (et l'oublier).

c. Aggravation des contraintes posturales

- **En conduite debout :**
- on ressent de la douleur aux jambes (cuisses et mollets) ; on s'appuie toujours sur les talons et souvent il y a perte d'équilibre et douleur sous les pieds à la fin de la journée, en particulier si les semelles sont trop rigides (bottes de bûcheron) ;
- c'est dur pour le dos car on ressent les contrecoups du système mécanique ; la plate-forme devrait être améliorée pour minimiser ces contrecoups. Le camion avec suspension à ballon de caoutchouc dur, sans air, est particulièrement pénible pour le dos et le problème est pire au printemps ;
- le dossier d'appui qui est placé du côté droit pour la conduite à droite est non ajustable en hauteur et en profondeur ;
- **En conduite assise :**
- le levier de commande doit être manipulé avec un angle à l'articulation du poignet car il n'est pas droit et son ajustement est inadéquat ;
- à chaque vidange de bac, il faut faire une flexion latérale du dos et une torsion du cou ;
- le bras d'embrayage est trop loin et il faut faire une flexion latérale du dos de 10° à 15 ° pour l'atteindre ; il en est de même pour le bouton-poussoir de la presse qui effectue la compaction des déchets ;
- on ressent occasionnellement de la douleur au bras droit (index, extérieur de l'avant-bras et au-dessus de l'épaule) ; pour le côté gauche, c'est le dessus de l'épaule qui est douloureux ; ces douleurs seraient associées à la nécessité de tourner le volant avec beaucoup de force lorsque le camion est à l'arrêt ;
- la conduite assise est monotone et difficile pour les genoux, c'est pourquoi à l'occasion il faut changer de position et de côté de conduite.

d. Risques d'accidents et de TMS reliés à la presse compactrice et au nettoyage de la benne

- La vitesse de compaction devrait être améliorée pour réduire les temps d'attente de la presse.
- Lors du nettoyage de la presse compactrice, l'accès se fait sans barre de préhension pour les mains et sans anti-dérapant pour les pieds, ce qui augmente le risque de glissade et de chute au sol ou sur la presse.
- Puisque le même camion est utilisé pour les matières recyclables et les déchets enfouissables en vrac, il faut procéder à un bon nettoyage après avoir fait la collecte des déchets enfouissables : il faut alors pénétrer à l'intérieur de la benne pour gratter l'intérieur. Il n'y a pas de moyen d'accès adéquat ni de verrouillage du panneau arrière en position relevée sécuritaire.
- Le nettoyage de l'intérieur du chargeur de la benne se fait avec un bâton de hockey.

- Pour gratter l'intérieur des réceptacles qui se trouvent de chaque côté de la presse, il faut faire une flexion du dos à 90°.

e. Risques de TMS et d'accidents reliés aux contraintes visuelles

- Pour positionner le véhicule et le bras par rapport au bac, le contrôle visuel se fait à 50 % avec l'écran à gauche et à 50 % avec le rétroviseur du côté droit. L'éboueur regarde alternativement le rétroviseur et l'écran. La plage d'amplitude d'orientation du regard est donc de 60° à 90° et nécessite des mouvements répétés de torsion du cou.
- Sur certains camions, l'opérateur n'a aucun moyen de voir l'intérieur du chargeur de la benne ni le point de vidange
- Lorsqu'il y a des reflets lumineux à l'écran, dans des conditions d'ensoleillement intense par exemple, la vision est pratiquement nulle.
- Les cadrans d'état de contrôle du véhicule ne sont pas visibles à partir du poste de conduite du côté droit en position debout.
- Depuis que nous devons vérifier le contenu des bacs destiné à la collecte des matières recyclables, on est obligé d'opérer à droite pour minimiser la fréquence des montées et des descentes.
- En conduite debout, la vision à gauche dans la portion basse de la vitre de la porte est très problématique.
- En position debout, le regard à l'écran induit une torsion du cou de 30° à 45° vers la gauche.
- En position assise, pour regarder le rétroviseur du côté droit, l'opérateur doit faire une torsion du cou d'environ 60° et une torsion du dos d'environ 5° à 10°.

6.2.10 Changements survenus dans l'entreprise

- 47 L'utilisation de la nouvelle technologie semble avoir entraîné plusieurs changements positifs. Une étude sur le transfert des connaissances dans le secteur (Bourdouxhe et Gratton, 2003) a rapporté les changements survenus dans une entreprise au cours des 10 dernières années, période qui coïncide avec l'introduction puis l'utilisation des camions avec bras assisté. Les auteurs ont ainsi noté :
- Une baisse du taux de fréquence des accidents (avec et sans perte de temps) de 75 à 34 %.
 - Une baisse du taux de cotisation de l'employeur à la Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail (CSST) de 11,3 \$ à 8,15 \$ pour 100 \$ de masse salariale cotisable.
 - Une stabilisation de la main-d'œuvre (baisse du taux de roulement) qui a eu comme effet la constitution d'un noyau d'éboueurs expérimentés ayant développé une meilleure connaissance des parcours et des risques. En outre, des éboueurs âgés expérimentés ont rapporté qu'ils sont beaucoup moins fatigués qu'avant en fin de journée, ce qui leur permet d'espérer pouvoir continuer à faire ce travail jusqu'à leur retraite.
 - Une information et une sensibilisation des résidents ayant entraîné la diminution du nombre d'objets et de comportements dangereux (distribution de dépliants, ouverture du centre de tri aux visites d'écoles et de groupe, émission à la télévision communautaire locale, billets d'avertissement remis aux résidents pris en faute).
- 48 En revanche, d'une façon plus inquiétante, certaines améliorations risquent de déplacer les problèmes vers d'autres types de lésion. En 1992, les chercheurs qui ont étudié les risques dans la collecte conventionnelle avaient rapporté que 30 % des accidents étaient reliés aux montées et descentes du camion (Bourdouxhe et coll., 1992). Dans cette étude-ci, on voit que si la nouvelle technologie réduit - sans toutefois les supprimer- les risques d'accidents, dont ceux dus aux sorties de l'éboueur hors de sa cabine, elle semble

provoquer l'apparition de nouveaux types de problèmes posturaux reliés à la conception de la cabine (angle de vision de l'écran de surveillance, localisation des manettes de commande, position du siège, hauteur du dossier en position debout). Les opinions des travailleurs confirment aussi cette tendance, comme on l'a vu. Ces problèmes d'équipement génèrent des mouvements répétitifs sous postures contraignantes, qui risquent d'entraîner tendinites et bursites. Les chercheurs ont aussi recueilli les commentaires de travailleurs et de gestionnaires qui ont noté l'apparition de symptômes liés à la sédentarité : embonpoint et baisse des capacités cardio-respiratoires (Bourdouxhe et Gratton, 2003). Éboueurs et entrepreneurs se plaignent surtout de la lenteur du processus de sensibilisation des citoyens, qui continuent, malgré tous les efforts pédagogiques, à déposer à côté du bac, voire à sa place, des objets dangereux ou des déchets qui ne peuvent passer à la collecte automatisée. De fait, malgré les nouvelles réglementations, on constate encore la présence de matières déposées en vrac à côté des bacs, des contenants non réglementaires et des petits sacs de plastique obligeant souvent l'éboueur à descendre du camion et à exécuter de nombreuses flexions. Avec l'augmentation du nombre d'entreprises qui utilisent cette technologie, l'augmentation de la fréquence des blessures au dos et aux épaules reliées aux lancers, aux flexions et aux torsions est donc à craindre.

7. Limites de l'étude

- 49 Les limites des méthodes de prélèvement et d'analyse des bioaérosols utilisées dans cette étude sont connues (Edouard et Heederick, 1998 ; Nielsen et coll., 1995 ; Thorne et coll., 1992). De fait, il y a des limites dans l'utilisation de méthodes de prélèvement qui n'évaluent que la fraction viable des bactéries et des moisissures. Selon l'équipe de Nielsen (Nielsen et coll., 1995), qui a utilisé des méthodes similaires pour déterminer les profils d'exposition des éboueurs, bien que la majorité des bioaérosols soient constitués de spores fongiques ou bactériennes résistantes à l'assèchement, les échantillons ne reflètent pas nécessairement la microflore exacte contenue dans les déchets. Plusieurs bactéries et surtout les Gram négatives meurent rapidement lorsqu'elles sont mises en suspension dans l'air. De surcroît, les prélèvements sur membranes peuvent aussi tuer certaines bactéries. Cela signifie qu'en réalité les éboueurs sont exposés à des concentrations supérieures à celles mesurées. Toutefois, selon Thorne (1992), en échantillonnant 30 minutes ou moins à 2 l/min avec la méthode des membranes, les bioaérosols viables sont récupérés avec une perte minimale. La méthode de prélèvement sur filtres ou membranes demeure en fin de compte la méthode de choix pour évaluer l'exposition personnelle des travailleurs aux bioaérosols (Edouard et Heederick, 1998).
- 50 Les limites de l'étude ergonomique sont les mêmes que celles énoncées en 1992 dans l'étude de la collecte conventionnelle (Bourdouxhe et coll., 1992) : il faut garder à l'esprit que les résultats sont des moyennes calculées sur un petit nombre de tournées par type de déchet collecté et par catégorie de territoire (campagne, ville). Étant donné sa petite taille, l'échantillon ne peut prétendre à une représentativité exhaustive de toutes les situations de collecte et des diverses façons de les organiser.

8. Conclusions

- 51 Les objectifs de cette recherche étaient doubles. Nous voulions d'abord évaluer si l'exposition des éboueurs aux bioaérosols lors de l'utilisation de camions avec bras assisté, dans les pires conditions, était conforme aux valeurs guides, afin d'émettre des recommandations quant aux moyens de protection individuelle et aux pratiques en matière d'hygiène. Le deuxième objectif était de caractériser la charge de travail, les contraintes, posturales ou autres, et les risques d'accidents reliés à l'utilisation du nouvel équipement, pour suggérer des correctifs aux modes opératoires et à l'organisation du travail, et orienter la conception d'un aménagement adéquat du poste de conduite.
- 52 Dans l'étude de l'exposition aux bioaérosols, en comparant les concentrations moyennes mesurées sur les travailleurs avec les valeurs guides, on observe que les concentrations moyennes de bactéries sont du même ordre de grandeur que la valeur guide recommandée pour ces mêmes bactéries. La valeur guide des concentrations en bactéries totales a été atteinte seulement dans la collecte en vrac des déchets enfouissables en ville, soit une collecte sur cinq, ou 20 % des cas. Dans la collecte conventionnelle (Lavoie, 2000), ce pourcentage était de 86 %, donc quatre fois plus souvent qu'avec la nouvelle technologie (rappelons que c'est aussi pour la collecte en ville des déchets enfouissables que la concentration maximale de bactéries par tonne métrique a été mesurée). L'utilisation d'un camion avec bras assisté diminue donc l'exposition des travailleurs aux bactéries totales aéroportées. La même constatation peut être faite pour les endotoxines mesurées chez les travailleurs. Leur concentration est partout inférieure à la valeur guide proposée par l'ACGIH. Elle est aussi inférieure au niveau d'intervention de 50 % de la norme habituellement utilisée en hygiène du travail. En revanche, les concentrations moyennes de moisissures, de l'ordre de 10^4 UFC/m³ d'air (un ordre de grandeur supérieur aux concentrations de base), sont similaires à celles observées dans la collecte conventionnelle (Lavoie, 2000). Les concentrations moyennes de moisissures recueillies sur les travailleurs dépassent leurs niveaux moyens de base, d'une façon statistiquement significative ($p \leq 0,05$) dans tous les types de collecte. La concentration moyenne de moisissures par tonne métrique la plus élevée a été observée dans la collecte du compost. De surcroît, à tonnage égal, la collecte du compost constitue une source notable de moisissures. La concentration de moisissures lors de la collecte des matières recyclables en ville est, quant à elle, significativement plus faible, pour le même tonnage. L'exposition la plus faible à tous les agents biologiques a d'ailleurs été enregistrée lors de la collecte des matières recyclables en ville, ce qui n'a rien d'étonnant quand on se rappelle que ces objets doivent être préalablement lavés avant d'atterrir dans le bac destiné à la collecte sélective. Enfin, les données recueillies ne permettent pas de conclure formellement que la fréquence des sorties de l'éboueur hors de sa cabine influence son exposition aux bactéries et aux moisissures.
- 53 Ces résultats incitent à recommander que la manipulation des ordures à mains nues soit évitée, même dans la collecte avec des camions munis du bras assisté. Comme l'organisation actuelle de cette nouvelle technique de collecte et la persistance des vieilles habitudes des résidents font en sorte qu'il est impossible de supprimer entièrement les contacts directs avec les déchets et leur chargement manuel, les éboueurs devraient avoir la possibilité de laver leurs mains régulièrement durant leur travail. Des mesures strictes d'hygiène personnelle devraient être favorisées, et le temps devrait être accordé aux

éboueurs pour qu'ils puissent les respecter, afin de limiter les effets indésirables des bioaérosols sur la peau et dans les poumons.

- 54 De son côté, l'étude ergonomique démontre que les contraintes, la charge de travail et les principaux risques d'accidents découverts en 1992 dans l'étude de la collecte conventionnelle des déchets domestiques ont considérablement diminué avec l'arrivée de la nouvelle technique automatisée. La fréquence globale d'apparition des contraintes et des risques a diminué de 91 % pour la collecte des matières recyclables en ville. Dans la collecte des déchets enfouissables en vrac, cette réduction a été de 71 % en ville et de 73 % à la campagne. En ce qui concerne les contraintes et les risques d'accidents dans la collecte du compost, en l'absence de point de comparaison avec l'étude de 1992, on ne peut trancher avec certitude. Cependant, toutes les données relatives à ce scénario de collecte incitent à croire que le niveau de risque y est du même ordre que dans les autres situations de collecte avec le bras assisté. Au cours d'une période de 10 ans qui coïncidait avec l'introduction du nouvel équipement dans l'entreprise étudiée, une baisse du taux de fréquence des accidents, du taux de cotisation de l'employeur à la CSST et une stabilisation de la main d'œuvre y ont été constatées. La capacité de l'entreprise de pouvoir désormais maintenir en emploi jusqu'à la retraite, de façon plus saine et moins dangereuse, ses éboueurs âgés expérimentés est, sans conteste, le gain le plus spectaculaire obtenu grâce au nouvel équipement.
- 55 On peut donc affirmer que, du point de vue ergonomique, la technique de collecte des déchets avec bras à commande assistée constitue un gain considérable pour la santé et la sécurité des éboueurs, puisqu'elle réduit de façon importante leurs risques d'accidents et leur charge de travail.
- 56 Quelques fausses notes perturbent quand même cette symphonie de louanges. D'abord, peu importe la position adoptée par l'éboueur (debout ou assis) pour opérer le véhicule de collecte, il existe plusieurs problèmes chroniques reliés à la conception de la cabine. Ces mêmes difficultés provoquent des contraintes posturales génératrices de douleurs et de TMS à moyen terme. Des symptômes liés à la sédentarité ont fait leur apparition. D'autre part, comme les éboueurs doivent contrôler le contenu des bacs de matières recyclables, et compte tenu que la collecte des déchets enfouissables les oblige à collecter manuellement les objets laissés en dehors du bac, la conduite normale en position assise à gauche n'est pas favorisée, les sorties de l'éboueur hors de sa cabine et les efforts de manutention sont encore très fréquents. À moins de changements dans les règlements municipaux et les attitudes des résidents visant l'utilisation exclusive des bacs ad hoc, les objectifs poursuivis par l'introduction de cet équipement de travail, soit l'adoption de la position assise et l'élimination complète de l'intervention directe sur les déchets sont remis en question.

BIBLIOGRAPHIE

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1999). *Bioaerosols : assessment and control*. J. Macher, ed., Cincinnati, Ohio, 322 p.

Bergamasco, R., Girola, C., Colombini, D. (1998). Guidelines for designing jobs featuring repetitive tasks. *Ergonomics*, 41, 9, 1364-1383.

Bourdouxhe, M., Guertin, S., Cloutier, E. (1992). *Étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères*. IRSST, R-061, 287 p. www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_268.html

Bourdouxhe, M. (2002). La collecte des déchets domestiques, in J.M. Stellman (ed.) *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail*, 3^e édition française, BIT-ILO, Genève, ISBN 92-2-209816-1, Volume III, 101.13-101.16.

Bourdouxhe, M., Gratton, L. (2003). Transfert et utilisation des résultats en milieu de travail : le cas de la recherche sur les éboueurs au Québec. *PISTES*, 5, 1. <https://pistes.revues.org/3351>

Breum, N.O., Nielsen, B.H., Nielsen, E.M., Poulsen, O.M. (1996). Bio-aerosol exposure during collection of mixed domestic waste. An intervention study on compactor truck design. *Waste Management and Research*, 14, 6, 527-536.

Diffrient, N., Tilley, A.R., Harman, D. (1981). *Humanscale 1-9*. MIT Press, Cambridge, MA, 129 p.

Edouard, W., Heederik, D. (1998). Methods for quantification assessment of airborne levels of noninfectious microorganisms in highly contaminated work environments. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 59, 2, 113-127.

Finkelstein, M.M., Verma, D.K. (2001). Exposure estimation in the presence of nondetectable values : another look. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 62, 2, 195-198.

Heldal, K., Eduard, W., Gergum, M. (1997). Bioaerosol exposure during handling of source separated household waste. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 4, 1, 45-51.

Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) (1998a). Analyse des endotoxines présentes dans l'air. *Notes et rapports scientifiques et techniques*, 332-1, 8p.

Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) (1998b). Dénombrement des bactéries et moisissures viables. *Notes et rapports scientifiques et techniques*, 264-3, 8p.

Ivens, U.I., Hansen, J., Breum, N.O., Ebbelohj, N., Nielsen, M., Poulsen, O.M., Wurtz, H., Skov, T. (1997). Diarrhoea among waste collectors associated with bioaerosol exposure. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 4, 1, 63-69.

Ivens, U.I., Breum, N.O., Ebbelohj, N., Nielsen, B.H., Poulsen, O.M. (1999). Exposure-response relationship between gastrointestinal problems among waste collectors and bioaerosol exposure. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*, 25, 3, 238-245.

Lavoie, J. (2000). *Évaluation de l'exposition des éboueurs aux bioaérosols*. IRSST, R-255, 24 p. www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_779.html

Lavoie, J., Guertin, S. (2001). Evaluation of health and safety risks in municipal solid waste recycling plants. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 51, 3, 352-360.

Lavoie, J., Dunkerley, C.J. (2002). Assessing waste collectors' exposure to bioaerosols. *Aerobiologia*, 18, 4, 1-9.

Lavoie, J., Guertin, S. (2002). *Étude des agents biologiques et des contraintes ergonomiques lors de l'utilisation de camions avec bras assisté pour la collecte des ordures domestiques*. IRSST, R-317, 55 p. www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_860.html

Malmros, P., Sigsgaard, T., Bach, B. (1992). Occupational health problems due to garbage sorting. *Waste Management and Research*, 10, 227-234.

Marchand, G., Lavoie, J., Lazure, L. (1995). Evaluation of the bioaerosols in a municipal solid waste recycling and composting plant. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 45, 10, 778-781.

Mulhausen, J.R., Damiano, J. A. (1998). *Strategy for assessing and managing occupational exposures*. American Industrial Hygiene Association, AIHA Press, Fairfax, VA, 345 p.

Number Cruncher Statistical System (NCSS) (1998). *NCSS 2000 Statistical system*. Kaysville, Utah.

Nielsen, B.H., Nielsen, E.M. Breum, N.O. (1995). Occupational bioaerosol exposure during collection of household waste. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2, 1, 53-59.

Nielsen, B.H., Nielsen, E.M., Breum, N.O. (2000). Seasonal variation in bioaerosol exposure during biowaste collection and measurements of leaked percolate. *Waste management and Research*, 8, 1, 64-72.

Poulsen, O.M., Breum, N.O., Ebbelohj, N., Hansen, A.M., Ivens, U.I., van Lelieveld, D., Malmros, L., Mathiasen, L., Nielsen, B.H., Moller Nielsen, E., Schibye, B., Skov, T., Stenbaek, E.L., Wilkins, C.K. (1995). Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *The Science of the Total Environment*, 170, 1, 1-19.

Rao, S.T., Ku, J.-Y., Rao, K.S. (1991). Analysis of toxic air contaminant data containing concentrations below the Limit of detection. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 41, 5, 442-448.

Rylander, R., Jacobs, R.R. (1997). Endotoxins in the Environment : A criteria document. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 3, suppl., S1-S48.

Thorne, P.S., Kiekhaefer, M.S., Whitten, P., Donham, K.J. (1992). Comparison of bioaerosols sampling methods in barns housing swine. *Applied and Environmental Microbiology*, 58, 8, 2543-2551.

Vernhoeff, A.P., Burge, H.A. (1997). Health risk assessment of fungi in home environments. *Annals of Allergy and Asthma Immunology*, 78, 6, 544-554.

Woodson, W.E. (1992). *Human factors design handbook : informations and guidelines for the design of systems, facilities, equipment, and products for human uses*. McGraw-Hill Book Company, 2nd ed., Toronto, 846 p.

Wouters, I.M., Douwes, J., Doekes, G., Thorne, P.S., Brunekreef, B., Heederick, D.I.I. (2000). Increased levels of markers of microbial exposure in homes with indoor storage of organic household waste. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 2, 627-631.

RÉSUMÉS

L'objectif de l'étude présentée ici était d'évaluer les risques biologiques et ergonomiques encourus par les éboueurs qui collectent les déchets domestiques à l'aide du camion équipé d'un bras articulé à commande assistée. L'exposition personnelle des éboueurs aux bioaérosols (bactéries totales, endotoxines et moisissures) a été mesurée dans cinq situations différentes de collecte avec bras assisté et comparée aux valeurs guides recommandées. Quant à l'étude ergonomique, elle a été réalisée en comparant les contraintes ergonomiques et les principaux indicateurs de risques d'accident mesurés dans la collecte automatisée à ceux observés en 1992 dans la collecte conventionnelle. Les résultats indiquent que la collecte avec bras assisté diminue l'exposition des travailleurs aux bactéries aéroportées et aux endotoxines et que les concentrations moyennes de moisissures sont semblables à celles rapportées dans les études

portant sur la collecte conventionnelle. Les principales contraintes ergonomiques sont quant à elles considérablement réduites. Dans l'entreprise étudiée, l'utilisation de cette technologie coïncide avec une baisse de fréquence des accidents, du roulement de main-d'œuvre et des cotisations à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST). Toutefois, de nouveaux problèmes reliés à l'aménagement de la cabine de conduite sont apparus et les éboueurs doivent encore souvent manipuler les déchets manuellement.

The aim of the study presented here was to evaluate the biological and ergonomic risks incurred by workers who collect domestic waste using a truck equipped with an articulated arm. The waste collectors' personal exposure to bioaerosols (total bacteria, endotoxins and moulds) was measured in five different collection situations using the articulated arm and compared with the recommended guidelines. The ergonomic study was carried out by comparing the ergonomic constraints and main workload and accident risk indicators measured in automated collection with those observed in the conventional collection technique in 1992. The data indicate that collection with the articulated arm decreases worker exposure to airborne bacteria and endotoxins and that the average concentrations of moulds are similar to those reported in other studies relating to conventional collection. The main ergonomic constraints were considerably reduced. In the company studied, the use of this technology coincided with reduced accident frequency rates, reduced employee turnover and lower contribution rates to the Compensation Board. However, new problems related to the physical layout of the driving cab appeared. Waste collectors often still have to carry and manipulate waste manually.

El objetivo del estudio aquí presentado era evaluar los riesgos biológicos y ergonómicos asumidos por los basureros que recogen la basura doméstica con un camión equipado con un brazo articulado con control asistido. Se midió la exposición personal de los basureros a los bioaerosoles (bacterias totales, endotoxinas y mohos) en cinco situaciones diferentes de recolección con asistencia de un brazo y se la comparó con los valores guía recomendados. Cuanto al estudio ergonómico, fue realizado comparando las coacciones ergonómicas y los principales indicadores de riesgos de accidente medidos en la recolección automatizada con los observados en 1992 en la recolección convencional. Los resultados indican que la recolección con asistencia de un brazo disminuye la exposición de los trabajadores a las bacterias aerotransportadas y a las endotoxinas y que las concentraciones medias de mohos se asemejan a las reportadas en los estudios llevando sobre la recolección convencional. Sin embargo, las principales coacciones ergonómicas son considerablemente reducidas. En la empresa estudiada, la utilización de esta tecnología coincide con una baja de la frecuencia de los accidentes, de la maniobra por turno y de las cotizaciones a la Comisión de la salud y seguridad del trabajo (CSST). No obstante, aparecieron nuevos problemas vinculados con la ordenación de la cabina de conducción y los basureros todavía deben manipular a menudo los desechos con las manos.

INDEX

Mots-clés : collecte des déchets, bioaérosols, risques d'accident, contraintes ergonomiques

Palabras claves : recolección de basura, bioaerosoles, ordenación, coacciones ergonómicas

Keywords : waste collection, bioaerosols, accident risks, ergonomic constraints, physical layout

AUTEURS

JACQUES LAVOIE

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 505 de Maisonneuve Ouest,
Montréal (Québec), Canada, H3A 3C2, lavoie.jacques@irsst.qc.ca

MADELEINE BOURDOUXHE

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 505 de Maisonneuve Ouest,
Montréal (Québec), Canada, H3A 3C2, bourdouxhe.madeleine@irsst.qc.ca

SERGE GUERTIN

Ergo-Norme Inc., 340, ch. De la Rive Boisée, St-Ignace-de-Loyola (Québec), Canada, J0K 2P0,
sguertin49@hotmail.com