

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



Jacques Lavoie  
Serge Guertin

Octobre 2002 R-317

**RAPPORT**



## La recherche pour mieux comprendre

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

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut, en téléphonant au 1-877-221-7046.

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

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec  
2002

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1551  
Télécopieur : (514) 288-7636  
publications@irsst.qc.ca  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail,  
octobre 2002.

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

ÉTUDES ET  
RECHERCHES

Jacques Lavoie, Programme hygiène du travail, IRSST  
Serge Guertin, Ergo-Norme inc.

**RAPPORT**

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
Résumé.....	4
Introduction.....	6
L'exposition aux agents biologiques.....	6
Étude des contraintes ergonomiques.....	8
Méthodologie.....	9
Analyses des agents biologiques.....	9
Analyses des contraintes ergonomiques.....	10
Analyses statistiques.....	12
Résultats et discussion.....	12
Agents biologiques.....	13
Contraintes ergonomiques.....	17
Limites de l'étude.....	40
Conclusion.....	42
Remerciements.....	43
Bibliographie.....	44
Annexe 1.....	48
Liste des constats et points rapportés par les travailleurs.....	48

## LISTE DES FIGURES

	<b>Page</b>
Figure 1: Camion avec bras assisté.....	8
Figure 2: Cinq situations de travail évaluées.....	10

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Page</b>
Tableau 1 : Résumé de la méthodologie – évaluation des bioaérosols.....	9
Tableau 2: Description des différentes situations de travail .....	12
Tableau 3: Concentrations moyennes de bactéries .....	13
Tableau 4: Concentrations moyennes d’endotoxines .....	14
Tableau 5: Concentrations moyennes de moisissures.....	14
Tableau 6: Caractéristiques de la collecte des ordures mixtes.....	18
Tableau 7: Caractéristiques de la collecte du compost.....	19
Tableau 8: Caractéristiques de la collecte de la fraction recyclable .....	20
Tableau 9: Caractéristiques des travailleurs .....	21
Tableau 10: Caractéristiques d’aménagement des postes et postures.....	22
Tableau 11: Partage des activités à accomplir au poste de travail.....	23
Tableau 12: Fréquence moyenne des déplacements par heure d’observation .....	24
Tableau 13: Distances moyennes marchées dans la journée .....	25
Tableau 14 : Densité moyenne des produits et fréquences moyennes des lancers et des torsions par heure de collecte.....	27
Tableau 15: Nombre d’activité à risque par heure d’observation.....	28
Tableau 16: Nombre moyen d’incidents par heure et taux moyens de collecte pour différents types de collectes .....	28
Tableau 17: Fréquence horaire de manutention par type de poubelle .....	30
Tableau 18: Fréquence des éléments spécifiques d’aggravation .....	30
Tableau 19: Synthèse de la charge de travail pour la collecte mixte par territoire.....	32
Tableau 20: Synthèse de la charge de travail pour la collecte du recyclable par territoire .....	33
Tableau 21: Synthèse de la charge de travail pour la collecte du compost par territoire	35
Tableau 22: Répartition du temps de travail (%) consacré à chaque activité .....	36
Tableau 23: Critères d’évaluation de la position relative des points d’intervention.....	38
Tableau 24. Position relative du point de chargement.....	39
Tableau 25. Synthèse des résultats comparatifs (études ergonomiques).....	41

## RÉSUMÉ

Selon les Danois, les problèmes de santé rencontrés chez les travailleurs de l'industrie de la collecte des déchets tels les problèmes pulmonaires, gastro-intestinaux et cutanés sont reliés de façon statistiquement significative à l'exposition aux bioaérosols (agents biologiques aéroportés). Également, les risques relatifs pour les problèmes musculosquelettiques et les accidents étaient significativement plus élevés dans ce secteur d'activité. Une étude de Lavoie (2000) a permis de caractériser l'exposition des éboueurs aux bioaérosols. Selon cette étude, les niveaux d'exposition sont supérieurs aux valeurs guides proposées pour certains types de collecte. Il faudrait donc éviter l'exposition inutile avec les sources en modifiant, entre autres, le type de collecte. L'une de ces modifications consiste à utiliser un camion avec bras assisté. Toutefois, aucune littérature scientifique ou technique ne couvre ce sujet. De surcroît, selon les propos d'un utilisateur de cette technologie, de nouveaux problèmes de nature ergonomique sembleraient apparaître. Il semblerait que les travailleurs souffriraient de maux aux membres supérieurs. Les objectifs de cette présente étude sont d'évaluer si l'exposition des travailleurs aux bioaérosols, pour ce nouveau type de collecte, dans les pires conditions, pendant l'été, est conforme aux valeurs guides et d'identifier les contraintes ergonomiques potentielles en relation avec l'utilisation de l'équipement.

L'exposition personnelle aux bioaérosols (bactéries totales, endotoxines et moisissures) a été mesurée chez les éboueurs de cinq types de collecte. Les méthodes de mesure standard de L'IRSST ont été utilisées. La valeur guide de bactéries totales de  $10^4$  unités formatrice de colonies par mètre cube d'air (UFC/m<sup>3</sup>) pour huit heures a été atteinte seulement lors de la collecte des ordures mixtes. Comparativement à l'étude antérieure de Lavoie (2000), l'utilisation d'un camion avec bras assisté diminue l'exposition des travailleurs aux bactéries aéroportées. La même constatation peut être faite pour l'exposition aux endotoxines. Elle est inférieure à 50 % de la valeur guide proposées par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Les concentrations moyennes de moisissures sont semblables à celles rapportées dans l'étude de Lavoie (2000). À tonnage égal, la collecte du compost constitue une source significative de moisissures. Le pourcentage de sortie à l'extérieur du camion n'influence

pas les concentrations de bioaérosols. L'exposition la plus faible est rencontrée lors de la collecte de la fraction recyclable en ville. Même pour l'utilisation de camions avec bras assisté, des mesures strictes d'hygiène personnelle demeurent l'un des meilleurs moyens de prévention.

L'étude ergonomique a été réalisée en reprenant pour les cinq mêmes types de collecte des indicateurs de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), soit le tonnage collecté, la distance parcourue, le nombre de points de collecte, le relevé des incidents, la distance du trajet et la densité d'ordures. La comparaison avec cette étude antérieure démontre que les principales contraintes identifiées ont connu une forte diminution. Toutefois, peu importe la posture adoptée pour effectuer le travail, l'existence de problématiques associées à l'aménagement physique telle la position relative des moyens de prise d'actions et d'informations a été démontrée. Par surcroît, dans le but de contrôler le contenu des bacs recyclables et compte tenu que la collecte des ordures mixtes oblige les travailleurs à récupérer fréquemment les produits hors bac, la conduite à gauche se trouve défavorisée. À moins de changements provenant des citoyens et des municipalités, cette constatation remet donc en question pour le moment les objectifs poursuivis par l'introduction de cet outil de travail.

## **INTRODUCTION**

Outre les 250 travailleurs des cinq (5) municipalités du Québec qui collectent les ordures domestiques sous juridiction municipale, plus de 2 300 éboueurs et chauffeurs du secteur privé y travaillent.<sup>1</sup> Près de 350 entreprises se partagent le marché à l'échelle de la province. Suivant leur importance, les entreprises couvrent plusieurs ou toutes les activités suivantes : collecte résidentielle, commerciale, industrielle, sélective, transport des ordures, exploitation d'un site d'enfouissement et/ou d'un centre de tri. Plusieurs de ces entreprises opèrent, totalement ou partiellement, avec le système des chauffeurs-artisans, i.e., des équipes de travail instituées en compagnies pour des fins de gestion financière.<sup>1</sup> Comme le critère d'attribution des contrats municipaux reste celui du plus bas soumissionnaire, la concurrence entre les entreprises est forte, avec pour corollaire la disparition et l'apparition annuelles de plusieurs compagnies. Cette compétition fait que les prix pour les contrats de collecte des ordures domestiques restent bas : les coûts sont actuellement les mêmes qu'il y a 10 ans et la partie de la taxe municipale consacrée à ce poste budgétaire reste la taxe la moins chère.<sup>1</sup> Toutefois, avec l'engorgement progressif des dépotoirs existants 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 terme de gestion intégrée des ordures. Ainsi, le volume des ordures augmente, les sites d'enfouissement rétrécissent, la collecte sélective s'implante : le travail des éboueurs se modifie, s'intensifie et se complique.

### **L'exposition aux agents biologiques**

Certains problèmes de santé rencontrés dans ce secteur 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.<sup>2</sup> Les pays scandinaves ont proposé des concentrations limites pour une exposition de huit heures pour les bactéries rencontrées dans le milieu du traitement des ordures.<sup>2,3</sup> L'ACGIH a quant à elle proposé celles relatives aux endotoxines et aux moisissures.<sup>4</sup> Ces valeurs guides sont les suivantes :<sup>2-4</sup>



Bactéries totales	10 <sup>4</sup> UFC/m <sup>3</sup> d'air
Bactéries Gram négatives	10 <sup>3</sup> UFC/m <sup>3</sup> d'air
Endotoxines	30 fois le niveau de base (UE/m <sup>3</sup> d'air)
Moisissures	Équivalentes au niveau de base (UFC/m <sup>3</sup> d'air)

10 UE (abréviation pour unité d'endotoxines) correspond à 1 ng. Les niveaux de base sont prélevés dans l'air extérieur, en amont selon la direction du vent, de façon concomitante.<sup>4</sup> En outre, 30 fois le niveau de base pour les endotoxines est la valeur limite relative pour des gens en santé. Cette valeur est réduite à 10 fois si des symptômes causés par les endotoxines sont documentés médicalement chez les travailleurs.<sup>4</sup>

Comme le rapporte l'étude de Lavoie (2000), le temps était bien choisi pour examiner de près l'exposition aux bioaérosols chez les éboueurs. Les objectifs de l'étude de Lavoie étaient de caractériser l'exposition des éboueurs aux bioaérosols en tenant compte des facteurs pouvant influencer les conditions de travail et de proposer des solutions pour contrôler l'exposition à ces agents.<sup>5</sup> Les résultats démontrent que, du moins pour certains types de collecte, le niveau d'exposition aux bioaérosols est supérieur aux valeurs guides proposées pour ce genre d'activité.<sup>5</sup> Ces résultats confirment aussi les évidences démontrées dans deux études récentes; les sources de ces bioaérosols sont les ordures dans le camion, surtout s'ils sont d'origine organique comme le compost et le contenant ou poubelle qui contient des ordures.<sup>6,7</sup> Neilsen et coll. (2000) ont estimé qu'une collecte journalière de 4 à 5 tonnes métriques de compost produit plus de 300 litres de lixiviat dans la benne du camion.<sup>7</sup> Selon ces mêmes auteurs, ce lixiviat constitue un risque potentiel à la santé des éboueurs et est impliqué dans des concentrations élevées de bioaérosols, surtout s'il est éclaboussé.<sup>7</sup> De même, d'autres chercheurs ont récemment établi que les contenants à compost constituaient des sources significatives d'endotoxines et de moisissures.<sup>6</sup> Il faudrait donc éviter l'exposition inutile avec ces sources soit en modifiant le type de collecte ou en se munissant de protection respiratoire efficace.

Face à cette problématique constituée tout d'abord, du lixiviat et des contenants ou poubelles et ensuite, de la contamination des mains et des vêtements des travailleurs,

la modification du type de collecte semble donc être la solution la plus intéressante. L'utilisation de camions avec bras assisté est présentement la réponse idéale pour éviter l'exposition aux bioaérosols (réf. figure 1). Dans ce type de collecte, le chauffeur n'est plus en contact avec la poubelle mais actionne uniquement de la cabine le bras qui fait tout le boulot. L'exposition semble donc être éliminée.



**Figure 1: Camion avec bras assisté**

## **Étude des contraintes ergonomiques**

Les études danoises et québécoises ont aussi démontré la présence de problèmes musculosquelettiques et de risques d'accidents significatifs dans ce secteur d'activité.<sup>1-3</sup> En second lieu, selon des utilisateurs du bras assisté, de nouveaux problèmes de nature ergonomique sembleraient apparaître probablement à cause d'une mauvaise conception du camion. La recherche de Bourdouxhe et coll. (1992) a contribué à l'application de différentes solutions afin de diminuer les risques à la SST des éboueurs. L'une de ces contributions a consisté en un changement majeur par l'utilisation d'un camion de collecte avec bras assisté où l'éboueur devient opérateur. Il utilise une commande à distance et un écran pour effectuer, de façon assistée, la prise et la vidange des contenants dans la benne du camion. Cette façon de faire est originale. L'éboueur n'a plus à intervenir de façon dynamique dans la manipulation des contenants. Dans ces conditions, il demeure en position de conduite pour la majeure partie de sa période de travail. En

terme de contenu de travail, cela correspond à la conduite du véhicule, au contrôle visuel du point de collecte et au chargement par utilisation d'un levier de commande.

Les objectifs de cette recherche sont d'évaluer si l'exposition aux bioaérosols pour ce nouveau type de collecte, dans les pires conditions, pendant l'été, est conforme aux valeurs guides et d'identifier les contraintes ergonomiques potentielles associées avec l'utilisation de l'équipement. Ces problématiques pourront éventuellement servir de repères dans l'orientation de la conception d'un aménagement adéquat du camion pour les travailleurs.

## MÉTHODOLOGIE

### Analyses des agents biologiques

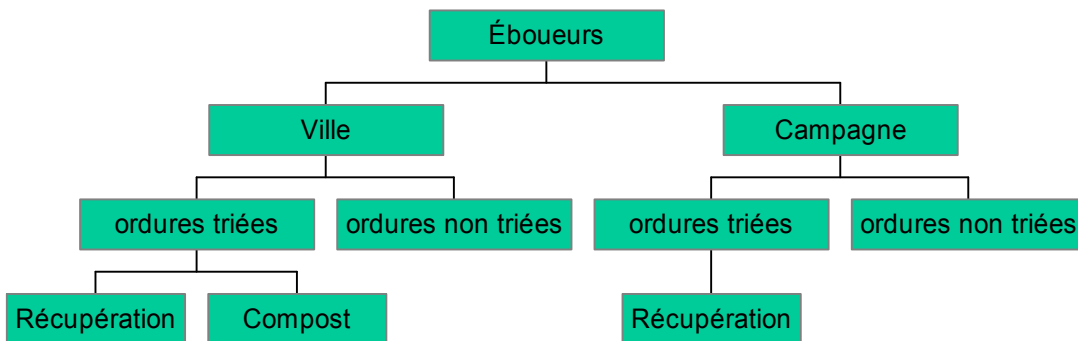
Des prélèvements sur les travailleurs ont été faits pour les microorganismes cultivables : bactéries totales, moisissures et endotoxines. Ils ont été effectués sur cassette pendant l'été, lorsque la prolifération microbienne est maximale, dans le but de représenter les pires conditions.<sup>5,7</sup> Cette technique de prélèvement personnel est la même que celle utilisée dans la majorité des études publiées sur le sujet.<sup>2</sup> Les méthodes d'analyse sont les méthodes standard utilisées par le laboratoire de microbiologie de l'IRSST. Le tableau 1 résume ces méthodes.<sup>8,9</sup>

**Tableau 1 : Résumé de la méthodologie – évaluation des bioaérosols**

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

UFC/m<sup>3</sup> = unité formatrice de colonie par mètre cube d'air; UE/m<sup>3</sup> = unité d'endotoxine par mètre cube d'air; LAL = lysat d'améobocyte de limule.

Cinq situations différentes de travail, 2 à la campagne et 3 à la ville, ont été évaluées dans les semaines du mois d'août et de septembre 2001, avec la participation des travailleurs en poste. Les types de produits ramassés, tels les ordures non triées, celles triées pour la récupération et le matériel organique pour le compost ont été aussi considérés. La figure 2 les démontre.



**Figure 2: Cinq situations de travail évaluées**

Dans chacune de ces situations, les prélèvements ont été pris sur l'opérateur et sur le chercheur ergonomiste présent à ses côtés, afin d'obtenir un nombre d'échantillons plus élevé. Des prélèvements contrôles ont été pris dans le secteur de collecte, en amont dans la direction du vent. Ces prélèvements contrôles serviront de point de comparaison avec ceux pris lors des collectes, comme le recommande l'ACGIH.<sup>4</sup>

## **Analyses des contraintes ergonomiques**

À partir de ces cinq situations ou types de collecte différents, les indicateurs de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) sur l'étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères, soit le tonnage collecté (balance), la distance parcourue (pédomètre), le nombre de points de collecte (suivi du début à la fin), le relevé des incidents (ex. chute d'un bac, ordures hors bac, etc.), la distance du trajet (en kilomètres) et la densité d'ordures (kg/km) ont été repris. Étant donné que l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992)

correspond à la collecte conventionnelle sans bras assisté, il a été possible d'obtenir un point de comparaison avec les résultats antérieurs et d'interpréter objectivement les écarts ou taux. Il s'agit donc d'une étude ergonomique descriptive. Ainsi, les changements positifs et négatifs apportés par cette nouvelle façon de travailler pourront être utilisés afin d'améliorer l'aménagement des camions. À cet effet, la démarche utilisée s'est appuyée sur les observations suivantes :

- le suivi des cinq tournées avec des travailleurs de taille différente (petits, moyens et grands);
- le relevé des postures de travail et comparaison avec les plages d'amplitude de référence données dans la littérature de référence, l'établissement du rythme de travail et des temps de maintien de l'action (seconde) et la comparaison avec les critères de référence relatifs au temps de récupération à partir des enregistrements vidéos des périodes d'activité de collectes en temps réel;
- le relevé des opinions des éboueurs (entrevues sur les ressentis et les points de vue en rapport avec l'aménagement physique et les besoins de prise d'action) par des rencontres hors travail;
- la mesure des efforts physiques au niveau des commandes (volant, pédales, levier) par utilisation d'un dynamomètre;
- la caractérisation de l'aménagement physique du poste (position relative des commandes et des points de regard au miroir, à la fenestration de la cabine ou à l'écran).

Chacun des outils utilisés pour documenter la situation de travail a permis d'illustrer les exigences du travail au poste. De même, en considérant les variations qu'il y a dans la taille des travailleurs, il a été possible de situer les origines des problématiques ressenties par chacun des trois groupes (petit, moyen et grand) et d'établir si elles sont de nature posturales, temporelles et/ou d'exigences physiques. Nous avons tenté aussi de faire varier le choix des travailleurs entre ceux qui favorisent la position debout et ceux qui préfèrent la position assise. L'ensemble de ces moyens a permis d'illustrer les caractéristiques physiques du travail et, le cas échéant, de faire des suggestions sur un aménagement adéquat.

## Analyses statistiques

Les moyennes des concentrations de moisissures et d'endotoxines ont été comparées avec les niveaux de base (ces niveaux proviennent du secteur de la collecte, en amont, dans la direction du vent). Également, les bactéries (bactéries totales et endotoxines) ont été comparées avec les concentrations suggérées pour une exposition de huit heures.<sup>2,3</sup> Le test de «t» de Student a été utilisé sur les logarithmes des valeurs à cause des distributions log-normales des données.<sup>10</sup>

Le tonnage et le pourcentage de sortie à l'extérieur du camion semblent être aussi en relation avec les concentrations élevées de bioaérosols. De fait, si l'on ramène la collecte à une tonne d'ordure, on peut se demander pour quel type de collecte les concentrations maximales de bioaérosols seront-elles rencontrées. Les concentrations ont donc été comparées pour l'ensemble des cinq types de collecte, avec des tests de comparaisons multiples des médianes de Kruskal-Wallis.<sup>11</sup> Ces tests ont permis de détecter les différences, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ).<sup>11</sup>

Les taux de diminution ou d'augmentation des contraintes ergonomiques ont été calculés en divisant les fréquences mesurées dans cette étude par celles obtenues antérieurement de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) et en ramenant le tout en pourcentage.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 2 présente les caractéristiques des cinq situations de travail (scénarios) évaluées dans cette étude.

**Tableau 2 : Description des différentes situations de travail**

Scénario No.	Endroit	Type d'ordures	Fréquence de collecte	Tonnage (10 <sup>3</sup> Kg)	Km	Tonnage/Km (10 <sup>3</sup> Kg/Km)	% de sorties à l'extérieur du camion
I	Ville	Mixtes	1 fois/2 sem	22,7	79	0,29	32 (250/772)
II	Ville	Recyclables	1 fois/2 sem	10,5	43	0,24	15 (80/546)
III	Ville	Compost	1 fois/sem	10,4	50	0,21	6 (25/425)
IV	Campagne	Mixtes	1 fois/2 sem	13,7	177	0,08	43 (153/359)
V	Campagne	Recyclables	1 fois/2 sem	5,1	180	0,03	18 (72/392)

## Agents biologiques

Les tableaux 3 à 5 rapportent, pour chacune des situations de travail (scénarios), les concentrations moyennes de bioaérosols mesurés. Pour les valeurs non décelées par les méthodes d'analyse, la limite de détection divisée par la racine carrée de deux a été utilisée.<sup>12,13</sup>

Les stratégies utilisées dans l'évaluation des pires conditions (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 cette étude.<sup>4,5,10</sup> En tout 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.

**Tableau 3 : Concentrations moyennes<sup>1</sup> de bactéries**

Bioaérosol  Type de collecte	Bactéries totales			
	Niveaux de base		Travailleurs	
	n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>
I (Ville, mixte)	2	3600 (±1,8)	6	18090 (±1,5) <sup>a</sup>
II (Ville, recyclable)	3	400 (±4,4)	6	1510 (±2,4) <sup>a</sup>
III (Ville, compost)	3	210 (±1,2)	5	5960 (±1,9) <sup>a</sup>
IV (campagne, mixte)	3	600 (±4,0)	5	5710 (±1,5) <sup>a</sup>
V (Campagne, recyclable)	3	460 (±3,5)	6	4500 (±2,3) <sup>a</sup>

<sup>1</sup> : Moyennes et écart-types géométriques; Valeur guide : 10 000 UFC/ m<sup>3</sup> d'air pour huit heures;

<sup>a</sup> : Statistiquement plus élevé, d'une façon significative ( $p \leq 0,05$ ), que le niveau de base

**Tableau 4 : Concentrations moyennes<sup>1</sup> d'endotoxines**

Bioaérosol Type de collecte	Endotoxines			
	Niveaux de base		Travailleurs	
	n	UE/m <sup>3</sup>	n	UE/m <sup>3</sup>
I (Ville, mixte)	3	2,9 (±1,4)	3	39,1 (±1,9)
II (Ville, recyclable)	3	2,9 (±1,4)	3	3,5 (±1,2)
III (Ville, compost)	3	2,9 (±1,4)	4	7,5 (±2,0)
IV (campagne, mixte)	3	2,9 (±1,4)	4	6,8 (±1,7)
V (Campagne, recyclable)	3	2,9 (±1,4)	4	3,9 (±1,2)

<sup>1</sup> : Moyennes et écart-types géométriques : Valeur guide : 30 fois supérieure au niveau de base

**Tableau 5 : Concentrations moyennes<sup>1</sup> de moisissures**

Bioaérosol Type de collecte	Moisissures			
	Niveaux de base		Travailleurs	
	n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>
I (Ville, mixte)	3	3350 (±1,8)	6	75510 (±1,9) <sup>a</sup>
II (Ville, recyclable)	3	4010 (±2,4)	5	36500 (±1,4) <sup>a</sup>
III (Ville, compost)	3	4735 (±2,0)	6	46800 (±2,5) <sup>a</sup>
IV (campagne, mixte)	3	1130 (±5,4)	5	13250 (±1,8) <sup>a</sup>
V (Campagne, recyclable)	3	8720 (±1,3)	6	27320 (±1,8) <sup>a</sup>

<sup>1</sup> : Moyennes et écarts-types géométriques; Valeur guide : Équivalente au niveau de base;

<sup>a</sup> : Statistiquement plus élevé, d'une façon significative ( $p \leq 0,05$ ), que le niveau de base

### Bactéries totales

Le tableau 3 montre que les concentrations moyennes de bactéries totales mesurées sur les travailleurs sont, comme dans l'étude de Lavoie (2000), de l'ordre de  $10^3$ - $10^4$  UFC/m<sup>3</sup> d'air. Également, l'exposition des travailleurs est supérieure, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ) aux niveaux de base. Toutefois, contrairement à l'étude de Lavoie (2000) où la valeur guide de  $10^4$  UFC/m<sup>3</sup> 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 mixtes en ville (18 090



( $\pm 1,5$ ) UFC/m<sup>3</sup> d'air). L'utilisation d'un camion avec bras assisté semble donc diminuer l'exposition des travailleurs aux bactéries totales aéroportées.

### **Endotoxines**

La même constatation peut être faite pour les concentrations d'endotoxines. Les mesures faites sur les travailleurs indiquent qu'elles sont toutes inférieures à la valeur guide proposée par l'ACGIH.<sup>4</sup> Elles sont aussi, toutes inférieures au niveau d'intervention de 50 % de la norme habituellement utilisée en hygiène du travail.<sup>10</sup> Il est donc permis de croire, qu'avec l'état actuel des connaissances, l'exposition des travailleurs aux endotoxines qui utilisent ce type de camion est insuffisante pour être associée à des symptômes respiratoires.<sup>4-6,14</sup>

### **Moisissures**

Le tableau 5 montre que, lorsque comparées avec leurs niveaux moyens de base qui est de l'ordre de 10<sup>3</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air, les concentrations moyennes de moisissures les dépassent, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ), dans tous les types de collecte. Ces concentrations moyennes de l'ordre de 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air (un ordre de grandeur supérieur aux concentrations de base), sont similaires à celles rapportées par Lavoie (2000).

La littérature scientifique rapporte pour la collecte des ordures, des concentrations de moisissures variant de 10<sup>3</sup> – 10<sup>6</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air.<sup>5,7,15-17</sup> Les moisissures peuvent initier des réactions inflammatoires de types allergiques ou non allergiques.<sup>4-6,18</sup> Elles ont été aussi reliées à des problèmes gastro-intestinaux dans la collecte de la fraction biodégradable des ordures.<sup>2,5,22,23</sup>

Afin de déterminer si le tonnage d'ordures recueillies ou le pourcentage de sortie à l'extérieur du camion influencent les concentrations de moisissures et de bactéries (moins les niveaux de base), le test de comparaison multiple des médianes de Kruskal-Wallis a été effectué. Les résultats obtenus montrent que, en fonction du tonnage donc par tonne, la concentration moyenne de moisissures la plus élevée est rencontrée lors de la collecte du compost. Toutefois, cette concentration moyenne est significativement plus élevée ( $p \leq 0,05$ ) seulement lorsqu'elle est comparée avec la collecte de la fraction

recyclable à la ville. Elle n'est pas significativement différente des trois autres types de collecte. La collecte de la fraction recyclable à la ville est, quant à elle, significativement plus faible ( $p \leq 0,05$ ) que les quatre autres types de collecte. Le tonnage peut aussi influencer les concentrations moyennes de bactéries. Il n'est donc pas surprenant que la concentration moyenne maximale de bactéries par tonne métrique a été mesurée lors la collecte des ordures mixtes en ville. Cette concentration est significativement plus élevée ( $p \leq 0,05$ ) que celle mesurée lors de la collecte de la fraction recyclable à la ville.

Le pourcentage de sortie à l'extérieur du camion n'influence pas les concentrations de moisissures ou de bactéries. Les tests de Kruskal-Wallis montrent que pour les moisissures, la concentration la plus élevée a été rencontrée lors de la collecte du compost. Or, le tableau 2 indique que le pourcentage de sortie le plus faible était effectivement pour ce type de collecte. La même constatation est faite pour les bactéries.

La manipulation des ordures avec les mains nues devrait être évitée, même pour la collecte avec des camions munis de bras assisté. Les éboueurs devraient avoir la possibilité de laver leurs mains régulièrement durant leur travail. Certains auteurs ont rapporté que les mains des travailleurs étaient contaminées par des *Streptococci*, des entérobactéries et d'autres microorganismes.<sup>2,5</sup> Des *Streptococci* et des *Enterobacter* ont été aussi détectés sur les vêtements de travailleurs manipulant des ordures domestiques.<sup>2,5</sup> De fait, l'émission de la poussière accumulée dans les vêtements augmente la concentration des contaminants dans la zone respiratoire. Si les microorganismes sont étrangers au système immunitaire du travailleur, des contraintes de diarrhée peuvent être présents.<sup>2,5,19,20</sup> Des mesures strictes d'hygiène personnelle devraient être appliquées afin de limiter les effets indésirables des bioaérosols sur la peau et les poumons. Il faudrait :<sup>5,21,22</sup>

- Éviter de porter les doigts dans les yeux, la bouche et les oreilles.
- Les ongles devraient être gardés courts.
- Les coupures et blessures devraient être rapportées et soignées adéquatement.
- Les mains devraient être lavées avant chaque pause et lorsqu'on va aux toilettes.
- Les vêtements de travail et ceux de ville devraient être gardés dans des casiers séparés.

- Une douche devrait être prise à la fin de la journée de travail et les vêtements de travail et bottes de sécurité ne devraient pas être ramenés à la maison.

## **Contraintes ergonomiques**

### **Caractéristiques du travail**

Pour chacune des cinq situations de travail nommées à la figure 2, les sections suivantes présentent les résultats des prises de mesure et des compilations afin d'en illustrer les caractéristiques.

#### *Collecte des ordures ménagères conventionnelles ou mixtes*

Pour ce type de collecte, il y a eu deux trajets qui ont été suivis sur les territoires différents (ville et campagne). Le tableau 6 présente les valeurs obtenues pour chacune des variables de contrôle.

#### *Collecte du compost*

Un seul trajet a été suivi pour ce type d'ordures. La collecte s'est faite en ville. Le tableau 7 présente les résultats obtenus.

#### *Collecte de la fraction recyclable*

Dans ce cas, deux trajets ont été suivis. Le premier a été fait en ville et le deuxième à la campagne. Le tableau 8 présente les caractéristiques de ce type de collecte.

**Tableau 6 : Caractéristiques de la collecte des ordures mixtes**

VARIABLE DE CONTRÔLE	TERRITOIRE	
	Ville	Campagne
Distance de collecte (Km)	79	177
Tonnage (10 <sup>3</sup> Kg)	22,7	13,7
Durée de la collecte	7h44min	7h51min
Nombre d'arrêts collecte	772	359
Nombre de bacs	513	303
Nombre de montées/descentes	250	153
Nombre d'activités à risques	143	91
Éléments d'aggravation de la charge de travail	50	11
Incident	9	3
Poubelle normale	127	82
Poubelle hors norme	-	16
Nombre de gros sac	269	345
Nombre de pas	2160	1224
Durée de la période de travail	9 h28min	11h15min

**Tableau 7 : Caractéristiques de la collecte du compost**

<b>VARIABLE DE CONTRÔLE</b>	<b>TERRITOIRE</b>
	<b>Ville</b>
Distance de collecte (Km)	50
Tonnage (10 <sup>3</sup> Kg)	10,4
Durée de la collecte	5h33min
Nombre d'arrêts collecte	425
Nombre de bacs	408
Nombre de montées/descentes	25
Nombre d'activité à risques	14
Éléments d'aggravation de la charge de travail	19
Incident	3
Poubelle normale	-
Poubelle hors norme	-
Nombre de gros sac	-
Nombre de pas	810
Durée de la période de travail	7h10min

**Tableau 8 : Caractéristiques de la collecte de la fraction recyclable**

VARIABLE DE CONTRÔLE	TERRITOIRE	
	Ville	Campagne
Distance de collecte (Km)	43	180
Tonnage (10 <sup>3</sup> Kg)	10,5	5,1
Durée de la collecte	7h01min	7h12min
Nombre d'arrêts collecte	546	392
Nombre de bacs	693	423
Nombre de montées/descentes	80	72
Nombre d'activités à risque	99	84
Éléments d'aggravation de la charge de travail	60	61
Incident	1	2
Poubelle normale	2	1
Poubelle hors norme	-	-
Nombre de grand carton	17	-
Nombre de pas	1434	900
Durée de la période de travail	10 h 35	8 h 30

### **Caractéristiques des travailleurs**

Pour l'ensemble de ces cinq trajets ou situations de travail, il y a eu cinq travailleurs différents. Le tableau suivant présente les caractéristiques en terme de sexe, de poids, d'âge, d'expérience de travail et de taille.

**Tableau 9 : Caractéristiques des travailleurs**

<b>Travailleur</b>	<b>Sexe</b>	<b>Taille (po.)</b>	<b>Poids (Lbs)</b>	<b>Âge (an)</b>	<b>Expérience de travail (an)</b>
#1	H	69	220	43	20
#2 <sup>1</sup>	F	64	140	47	5
#3	H	65	160	53	27
#4	H	72	225	40	1
#5	H	69	175	45	23

<sup>1</sup> :La collecte du compost se fait 5 mois par année (saisons chaudes).

### **Caractéristiques d'aménagement des postes de travail et de posture**

Le tableau 10 reproduit la position relative des points d'intervention, en pouces, pour la prise d'information visuelle et la prise d'action, en tenant compte de la posture principale adoptée tout au long des périodes de collecte. En d'autres termes, ce tableau indique la distance entre les travailleurs de différentes grandeurs en poste et les principales composantes de l'habitacle des camions.

### **Activité et temps de travail**

Pour chacun des types de collecte et certaines des parties de territoire où, selon les éboueurs, la proportion de bacs était la plus importante, le tableau 11 présente les résultats de la compilation vidéo afin d'illustrer le partage des activités à accomplir au poste de travail.

### **Analyse de la charge de travail**

Pour répondre aux objectifs spécifiques de cette étude et orienter les changements, l'analyse comparative des données avec l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) a permis d'identifier certaines spécificités du travail de l'éboueur où l'utilisation du bras assisté a contribué soit à améliorer la situation ou à soulever des problématiques. Ainsi, en

reprenant systématiquement la section 4 de l'étude des contraintes d'accidents dans la collecte des ordures ménagères, et en y transposant les valeurs obtenues pour chacune des collectes de cette présente étude, il a été possible de situer objectivement chacune des variables de contrôle et d'en interpréter les écarts ou différences.<sup>1</sup>

**Tableau 10 : Caractéristiques d'aménagement des postes et postures**

POSTURE PRINCIPALE	POINT D'INTERVENTION	CARACTÉRISTIQUES D'AMÉNAGEMENT (po.)		
		HAUTEUR	ÉLOIGNEMENT	
			Latéral	Frontal
<b>Debout</b> Taille = (72 po.)	Volant	35,5 à 52	-	17,5 <sup>2</sup>
	Accélérateur	1,5	9 D.	21 <sup>2</sup>
	Frein	3	4D.	21 <sup>2</sup>
	Levier de commande <sup>1</sup>	53,5	14,5 G.	17,5 <sup>2</sup>
	Écran	56 ± 2,75	19 G.	17,5
	Miroir droit	55 à 71	33,5	18
	Miroir gauche	58 à 74	80	13,5
<b>Debout</b> Taille = (65 po.)	Volant	33,5 à 50,5	-	16 <sup>2</sup>
	Accélérateur	1,5	9 D.	12,5 <sup>2</sup>
	Frein	3	4 D.	12,5 <sup>2</sup>
	Levier de commande	46	11 D.	24 <sup>2</sup>
	Écran	52	20 G.	11
	Miroir droit	50 à 66	30	19
	Miroir gauche	52 à 68	85	19
<b>Debout<sup>4</sup></b> Taille = (69 po.)	Volant	35,5 à 52,5	-	17 <sup>2</sup>
	Accélérateur	3	9 D	21 <sup>2</sup>
	Frein	3,5	3 D	20 <sup>2</sup>
	Levier de commande	48	14 D.	20,5 <sup>2</sup>
	Écran	57	19	16
	Miroir droit	55 à 71	32	20
	Miroir gauche	55 à 71	80	13
<b>Assis</b> Taille = (64 po.)	Volant	22,5 à 37,5	-	10 <sup>2</sup>
	Siège	14	-	-
	Accélérateur	-	5 D.	24
	Frein	4,5	0	24
	Levier de commande	23,5	13 D.	13,5
	Levier d'embrayage	19	29 D.	15,5
	Écran	32,5	16 D.	10 <sup>3</sup>
	Miroir droit	42 à 58	71	6,5 <sup>3</sup>
Miroir gauche	52 à 68	30	19	

- : Ne s'applique pas

<sup>1</sup> : La plage de déplacement du levier de commande est de 3,5 po. dans l'une ou l'autre des directions.

<sup>2</sup> : La distance a été calculée à partir du dossier du siège. <sup>3</sup> : La distance a été calculée à partir de l'œil du chauffeur. <sup>4</sup> : Deux travailleurs ont cette même taille. D. : vers la droite ; G. : vers la gauche.



**Tableau 11 : Partage des activités à accomplir au poste de travail**

TYPE DE COLLECTE	Terri-Toire	Nombre arrêts collectes	Nombre de bacs	Nombre M/D <sup>1</sup>	Répartition du temps (sec.) / étape			Temps vidéo (sec.)
					Trajet	Chargement		
						Assis-té	Man.	
Conventionnelle ou mixte	Ville	14	11	6	223	128 <sup>2</sup>	118	469
	Campagne	7	5	3	178	73 <sup>3</sup>	85	336
Sélective ou recyclable	Ville	13	13	-	127	168 <sup>4</sup>	-	295
	Campagne	10	10	-	370	138 <sup>5</sup>	-	508
Compost	Ville	12	12	1 <sup>6</sup>	161	219 <sup>7</sup>	-	380

<sup>1</sup> : M/D : Montées / descentes introduites pour effectuer le chargement manuel lorsqu'il n'y a pas de bac ou qu'il y a du matériel à côté.

<sup>2</sup> : Il y a eu 65 déplacements du levier de commande durant cette période.

<sup>3</sup> : Il y a eu 46 déplacements du levier de commande durant cette période.

<sup>4</sup> : Il y a eu 84 déplacements du levier de commande durant cette période.

<sup>5</sup> : Il y a eu 72 déplacements du levier de commande durant cette période.

<sup>6</sup> : Cette montée/descente a été effectuée pour rapprocher un bac éloigné.

<sup>7</sup> : Il y a eu 111 déplacements du levier durant cette période.

### *Taux de collecte*

Lorsque les taux de collecte de cette étude (Mixte-ville = 2,9 tonnes / heure, mixte-campagne = 1,8 tonnes / heure, compost = 1,9 tonnes / heure, récupération-ville = 1,5 tonnes / heure et récupération-campagne = 0,7 tonne / heure) ont été comparés à ceux du tableau 15 de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), chacune des cinq tournées est aussi représentative en terme de rythme de travail ou d'intensité.

### *Vitesse de collecte et densité de produit*

En transposant chacune des valeurs caractéristiques des cinq tournées sur le schéma 3 de la vitesse de collecte selon la densité d'ordures du rapport de Bourdouxhe et coll. (1992), nous obtenons qu'en tenant compte de la relation entre la densité d'ordure (Kg/Km) et la vitesse de collecte (km/h), le niveau d'exigence relative des tournées est supérieur.

Fréquence des montées et descentes, distance parcourues en Km et méthode de déplacement

En utilisant les valeurs présentées aux tableaux 6, 7 et 8 de ce rapport, la fréquence moyenne des déplacements par heure d'observation a été établie. Le tableau 12 donne les résultats de cet exercice pour chacune des cinq tournées.

**Tableau 12 : Fréquence moyenne des déplacements par heure d'observation**

CAMION	MÉTIER	TERRITOIRE		
		Ville	Campagne	Compost <sup>1</sup>
Chargement latéral avec bras assisté	Chauffeur-éboueur	M/D = 22 M = 2 <sup>2</sup> C = 0	M/D = 15 M = 0 <sup>2</sup> C = 0	M/D = 5 M = 1 <sup>2</sup> C = 0

M/D : Montée/Descente; M : Marche ; C : Course.

1 : Même si la collecte du compost s'effectue exclusivement en banlieue, elle a été isolée car dans son cas il n'y a que des bacs.

2 : Les déplacements par la marche sont introduits pour aller chercher un bac de l'autre côté de la rue et le rapporter.

En comparant ces résultats avec ceux de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), il appert que peu importe le territoire ou le type de collecte, la fréquence des montées/descentes a diminué. La diminution a été de 75 % pour la ville et de 73 % pour la campagne. En tenant compte tout d'abord que ces réductions sont exclusivement reliées à la présence du bras assisté, au taux de distribution des bacs par point de collecte et à l'absence de produit en vrac et en second lieu, en conservant ces mêmes facteurs de variation, la fréquence minimale qui pourrait être obtenue devrait être comparable à celle observée pour le compost en ville, soit une réduction d'environ 93 %.

Pour les besoins de déplacement par la marche entre deux points de collecte, il n'y a pratiquement pas de différence. De fait, cette façon de procéder est introduite lorsqu'il y a un point de collecte à l'opposé du trajet suivi, par exemple de l'autre côté de la rue. En fonction du secteur et afin d'éviter d'introduire un changement de direction par recul du camion, l'éboueur décide alors d'aller chercher le bac ou les ordures.

De même, pour cet ensemble de variables à considérer, si l'on reprend le nombre de pas qui ont été observés lors des cinq tournées, il est alors possible d'estimer la distance franchie par chacun des éboueurs. En considérant qu'un pas moyen a 65 cm, le tableau suivant reproduit les résultats de l'exercice pour chacun des territoires et pour la collecte du compost en ville.

**Tableau 13 : Distances moyennes marchées dans la journée**

CAMION	MÉTIER	TERRITOIRE		
		Ville	Campagne	Compost
Chargement latéral avec bras assisté	Chauffeur-éboueur	1,2 km	0,7 km	0,5 km

En comparant les valeurs du tableau 13 avec celles obtenues de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), nous constatons que dans l'ensemble il y a une forte réduction de la distance marchée. Pour la ville, cette réduction est de 95 % et pour la campagne elle est de 88 %. Encore une fois, pour chacun de ces territoires, les réductions observées découlent essentiellement de la forte diminution des montées/descentes obtenue par l'utilisation du bras assisté.

En considérant l'ensemble des résultats obtenus pour chacun des territoires et pour le compost et en partant du rapport établi entre la fréquence moyenne des déplacements par la marche et la course sur la fréquence moyenne des montées et des descentes ( $\text{rapport} = M+C / M/D$ ), les résultats obtenus démontrent que c'est en ville avec un rapport de 0,07 que le niveau de contrainte relatif s'est inversé, soit une augmentation des déplacements par la marche et une réduction des montées/descentes. Toutefois, en campagne, puisqu'il n'y a pas de déplacement par la marche, le rapport est de zéro. Pour le compost, il est de 0,30. Dans ce dernier cas, il faut considérer que l'éboueur favorise la conduite en posture assis du côté gauche et qu'ainsi, l'aménagement des moyens d'accès à la cabine est d'autant plus important.

### *Fréquence des manutentions par unité de temps et variations des postures*

En considérant les résultats de la compilation pour une hauteur du point de préhension qui se retrouve entre 0 et 500 mm au-dessus du niveau du sol, donc représenté par une posture fortement penchée, nous obtenons que sur un territoire de type ville pour une collecte mixte, la fréquence horaire (nombre de fois par heure) estimée des flexions est de 9. À la campagne cette fréquence est de 3. Pour la collecte du recyclable, en ville, cette même fréquence est de 12 et à la campagne elle est de 6. Pour le compost, compte tenu que la proportion de bac par arrêt collecte est de 100 %, il n'y a aucune flexion du dos où la posture adoptée est fortement penchée. Si l'on se compare aux valeurs du tableau 20 de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), la fréquence des dites flexions passe de 122 fois par heure à 9, pour la collecte mixte en ville et de 169 fois par heure à 3 pour le même type de collecte à la campagne. Pour la collecte du recyclable, il n'y a qu'en ville où il est possible de se situer par rapport à l'étude antérieure et encore une fois, une réduction passant de 218 fois à 12 fois par heure est observée.<sup>1</sup> En outre, ces résultats permettent d'établir qu'en rapport avec la collecte mixte, la collecte du recyclable introduit une augmentation relative de la fréquence des flexions tant en ville qu'à la campagne. À partir de la compilation détaillée des observations, nous avons identifié que la cause est principalement due à la présence des produits disposés de façon adjacente au bac ou à l'absence de bac, surtout pour le mixte. Pour ce qui est de la fréquence moyenne des flexions par arrêt collecte en ville, elle est de 0,10. Cette fréquence est nettement inférieure à celle de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) qui était de 1.6. La réduction du niveau de risque relatif est donc pratiquement de 94 %.

### *Lancers par projection ou par torsion lombaire*

À partir de la compilation des données brutes recueillies tout au long des tournées de collecte, la fréquence moyenne des lancers (L) et des torsions (T) par heure a pu être illustrée. Le tableau 14 présente les résultats.

**Tableau 14 : Densité moyenne des produits et fréquences moyennes des lancers et des torsions par heure de collecte**

CAMION	TYPE DE COLLECTE	TERRITOIRE			
		Ville		Campagne	
		L+T <sup>1</sup> /Hre	Densité (Kg/Km)	L+T/Hre.	Densité (Kg/Km)
Chargement latéral avec bras assisté	Mixte	43	287	45	78
	Recyclable	4	243	2	29
	Compost	0	208	-	-

<sup>1</sup> : L+T = Lancer + Torsion

En comparant les valeurs du tableau 14 à celles de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), une forte diminution dans la fréquence horaire des lancers et des torsions est constatée. De fait, pour les collectes mixtes, après avoir pondéré afin de tenir compte de la densité, cette diminution peut être estimée à 69 % en ville et à 23 % pour la campagne. Pour le recyclable, après pondération, cette diminution est estimée à 97 % en ville.

### *Activités à risque*

Parmi les activités réalisées par les travailleurs, il y a différentes actions pour lesquelles il existe un risque potentiel de blessure. Ces actions peuvent être le reflet d'une volonté de réduction de la charge de travail et une stratégie de négociation du risque. Ce peut être la résultante d'un mauvais aménagement ou d'une mauvaise conception. Il se peut que ce soit aussi la volonté d'atteindre les objectifs de production de la tournée dans un temps approprié. Le tableau 15 illustre la compilation faite pour illustrer les activités à risque lorsque la collecte est effectuée à l'aide d'un camion muni d'un bras assisté.

**Tableau 15 : Nombre d'activité à risque par heure d'observation**

<b>TYPE DE COLLECTE</b>	<b>STRATÉGIES DE TRAVAIL</b>	<b>AUTRES ACTIVITÉS À RISQUE</b>	<b>TOTAL</b>
Mixte	11	0	11
Recyclable	11	1	12
Compost	2	1	3

Lorsque les résultats du tableau 15 sont comparés avec ceux du tableau 25 de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), il est constaté que pour une collecte mixte il n'y a pratiquement pas de diminution. Au contraire, pour la collecte de la fraction recyclable, la diminution du risque relatif est de 74 %.

*Élément d'aggravation ou d'induction d'autres risques de blessure*

Pour chacun des facteurs retrouvés dans cette catégorie, les sections suivantes présentent les résultats obtenus de l'illustration du niveau d'importance relative.

Les incidents ou perturbations aux activités normales. Le tableau 16 présente les résultats de la compilation des observations.

**Tableau 16 : Nombre moyen d'incidents par heure et taux moyens de collecte pour différents types de collectes**

<b>TYPE DE COLLECTE</b>	<b>TERRITOIRE</b>	<b>TAUX DE COLLECTE</b>		<b>NOMBRE D'INCIDENTS PAR HEURE</b>
		<b>Kg/min.</b>	<b>Tonne/hre.</b>	
Mixte	Ville	49	2,9	1,4
	Campagne	29	1,8	1,2
Recyclable	Ville	25	1,5	1,0
	Campagne	12	0,7	0,7
Compost	Ville	31	1,9	0,6

Ces valeurs font ressortir que la collecte du mixte est celle où, de façon absolue, le nombre d'incidents par heure est le plus élevé. Les origines proviennent des besoins de ramasser les produits au sol lorsqu'il y a du vent et/ou lorsque le matériel se retrouve sur le couvercle d'obturation du point de vidange et/ou lorsque le bac tombe au moment de sa préhension avec les pinces et/ou qu'il y a des produits qui s'accrochent aux pinces. En comparant les résultats de ce tableau avec ceux obtenus dans l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), il peut être établi que pour la collecte mixte en ville, la réduction relative du nombre d'incidents par heure est de 13 % et pour le recyclable, la réduction est de 33 %. Pour tenter d'élargir la compréhension des phénomènes qui ont influencé les résultats obtenus pour les produits mixtes et les recyclables, en transposant les variables sur le graphique du taux d'apparition des incidents par heure et taux de collecte de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), de façon proportionnelle, les taux d'incident se retrouvent dans la partie inférieure du graphique. De surcroît, malgré les variations du taux de collecte, ces taux demeurent pratiquement constants. Pour la collecte du compost où l'utilisation du bac roulant est la règle, avec une fréquence d'incident à 0,6/hre et un taux de collecte de 31 kg/min., un minimum correspondant à la limite inférieure découlant de l'implantation complète des bacs, sur un territoire donné, et de l'utilisation d'un camion avec bras assisté est obtenu.

La vidange des poubelles normales et hors normes. À partir du relevé systématique réalisé tout au long des périodes de collecte, le tableau 17 présente les résultats de la compilation pour chacun des contenants types.

Selon ce tableau, la problématique de vidange des contenants type poubelle est surtout présente pour la collecte des produits mixtes. En moyenne, le taux est équivalent à celui observé lors de l'étude antérieure (Bourdouxhe et col. (1992)) où la fréquence horaire cumulée était de 16. Toutefois, dans la situation présente, il est important de rappeler que la problématique inhérente à ce type de contenant est amplifiée par l'augmentation de la hauteur relative de la trémie et par l'augmentation de l'éloignement frontal du point de transfert.

**Tableau 17 : Fréquence horaire de manutention par type de poubelle**

TYPE DE COLLECTE	TERRITOIRE	FRÉQUENCE HORAIRE/POUBELLE		CUMULATIF PAR HEURE
		Normale	Hors norme	
Mixte	Ville	16	0	16
	Campagne	11	2	13
Recyclable	Ville	0.3	0	0.3
	Campagne	0.1	0	0.1
Compost	Ville	0	0	0

Autres éléments spécifiques d'aggravation. Tout au long des tournées de collecte suivies, il a été possible de relever certaines activités introduites afin de répondre aux exigences spécifiques d'utilisation de la technologie à l'étude. Dans un premier temps, nous avons constaté les besoins d'orienter le bac convenablement, de le déplacer lorsqu'il est trop éloigné, de vérifier dans le bac au préalable afin de contrôler le produit qui est à charger et enfin de manipuler les objets hétéroclites. Pour chacune des collectes effectuées, le tableau 18 présente les résultats de la compilation.

**Tableau 18 : Fréquence des éléments spécifiques d'aggravation**

TYPE DE COLLECTE	TERRITOIRE	NOMBRE D'ÉLÉMENT/CATÉGORIE				FRÉQUENCE HORAIRE
		Orienter bac	Déplacer Bac	Vérifier bac	Autre objet	
Mixte	Ville	5	22	7	1	5
	Campagne	0	1	0	6	1
Recyclable	Ville	0	37	1	2	6
	Campagne	17	10	26	0	7
Compost	Ville	0	15	0	0	3

Cette compilation démontre, qu'entre la collecte mixte et la collecte du recyclable, nonobstant des besoins de vérification dans le bac lorsque la collecte correspond à des



produits recyclables, c'est à la campagne que la fréquence horaire est la plus basse. En outre, pour ce qui concerne des besoins de déplacement d'un bac, nous retrouvons que c'est en ville où la fréquence est la plus élevée. Ces besoins sont surtout présents lorsqu'il y a plusieurs bacs disposés au même arrêt collecte ou qu'il y a une impossibilité d'atteindre le bac avec le bras assisté.

### *Synthèse de la charge de travail*

Afin d'établir le portrait global de la charge de travail par utilisation de la technologie à l'étude et pour faciliter la comparaison avec les résultats obtenus dans l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992), les sections suivantes présentent les résultats de l'intégration de chacune des variables de contrôle et une interprétation des écarts observés entre chacune des collectes ou chacune des technologies utilisées (avec ou sans bras assisté).

Collecte mixte. De façon globale, le tableau 19 démontre que pour la collecte des produits mixtes avec un camion à chargement latéral avec bras assisté, il existe une forte diminution des contraintes identifiées lorsque comparées avec l'étude de Bourdouxhe et col. (1992). Cette diminution est de - 71 % en ville et de - 73 % à la campagne.

Collecte du recyclable. La comparaison des valeurs du tableau 20 avec les résultats de l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) s'est limitée seulement pour la ville. Néanmoins, nous observons encore là une réduction du taux global d'apparition des contraintes de - 91 %.

Collecte du compost. La collecte du compost est celle où le matériel est exclusivement déposé dans des bacs. En considérant que la technologie utilisée est identique à celle des autres, dans l'éventualité où pour les autres types de collecte il n'y aurait que des bacs, il est alors possible de formuler l'hypothèse selon laquelle le niveau de risque relatif présent pour les autres types de collecte se situerait sensiblement au taux obtenu pour la collecte du compost (réf. tableau 21).

**Tableau 19 : Synthèse de la charge de travail pour la collecte mixte par territoire**

VARIABLE	TERRITOIRE	
	Ville	Campagne
Taux de collecte (tonne/hre)	2.9	1.8
Densité d'ordures (Kg/Km)	287	78
Fréquence des montées/descentes par heure	33	20
Distance marchée (Km)	1,4	0,8
Fréquence par heure des :		
-Flexions	9	3
-Lancers et/ou torsions	43	45
-Activités à risque	19	12
-Éléments d'aggravation	59	58
Temps moyen de collecte (heure)	7,8	7,9
Total des risques par heure	163	138

### **Analyse du temps et du rythme de travail**

Pour chacune des activités répertoriées tout au long des périodes vidéo utilisées pour illustrer la répartition temporelle du temps de travail spécifique à chacune des tournées et en utilisant les valeurs du tableau 11 de ce présent rapport, le tableau 22 présente les résultats de l'établissement de la proportion du temps de travail consacrée à chacune de ces activités.

**Tableau 20 : Synthèse de la charge de travail pour la collecte du recyclable par territoire**

VARIABLE	TERRITOIRE	
	Ville	Campagne
Taux de collecte (tonne/hre)	1,5	0,7
Densité d'ordures (Kg/Km)	243	29
Fréquence des montées/descentes Par heure	11	10
Distance marchée (Km)	0,9	0,6
Fréquence par heure des:		
-Flexions	12	6
-Lancers et/ou torsions	4	2
-Activités à risque	14	12
-Éléments d'aggravation	11	9
Temps moyen de collecte (heure)	7,0	7,2
Total des risques par heure	52	39

### *Collecte mixte*

Pour la collecte mixte en ville, à partir d'une séquence vidéo où la fréquence d'arrêts collecte était de 108 par heure (moyenne pour la journée = 100/heure), le nombre de bacs correspondant à 84 par heure (moyenne journalière = 66/heure) et de montées/descentes de 46 par heure (moyenne = 32/heure), le tableau 22 démontre qu'une répartition proportionnellement équivalente est obtenue entre le temps de conduite (48%) et le temps de chargement (52%). Ce dernier se divise en temps de chargement manuel (25%) et temps de chargement assisté ou d'utilisation du levier de commande (27%). Donc, pour

ce qui est de l'utilisation du levier de commande et des sollicitations introduites au niveau du membre supérieur qui prend action, il y a une période de temps suffisamment longue pour permettre la récupération entre chacun des points de collecte. De fait, le travailleur n'est pas assujéti à un rythme imposé. La documentation de référence recommande de ne pas répéter la même prise d'action pour des périodes de temps prolongé et ce, en ayant un rapport entre le temps de maintien de prise d'action et le temps effectif d'intervention où le temps de cycle est inférieur au 2/3 du temps de cycle ou à 66% de celui-ci.<sup>23</sup> Dans ce cas, étant donné qu'on manipule le levier de commande dans 27% du temps de chargement, ce taux est inférieur au 66% de référence.<sup>23</sup> En outre, dans la période vidéo retenue, le nombre de bacs par heure de collecte était supérieur à la moyenne journalière et ce, malgré que la fréquence des déplacements du levier de commande, dans l'une ou l'autre des directions, soit d'un déplacement par deux secondes.

Pour la collecte mixte à la campagne, avec une fréquence de 75 arrêts collecte par heure (moyenne journalière = 46/heure), de 54 bacs par heure (moyenne = 39/heure) et de montées/descentes de 0 (moyenne = 20/heure), une répartition proportionnellement équivalente entre le temps de conduite (53%) et le temps de chargement (47%) qui à son tour se divise en temps de chargement manuel (25%) et temps de chargement assisté (22%) est aussi obtenue (réf. tableau 22). En reprenant les mêmes considérations que précédemment et malgré qu'en moyenne la fréquence des déplacements du levier de commande dans l'une ou l'autre des directions soit d'un déplacement par 1,6 secondes, nous constatons encore une fois que la période de temps entre chacun des points de collecte est suffisamment longue pour permettre la récupération (22% comparé au 66% de référence).

### *Collecte du recyclable*

En ville, pour la période de temps vidéo qui a été utilisée, nous obtenons une répartition du temps de travail de 43% pour la conduite et de 57% pour le chargement assisté, avec une fréquence d'arrêts collecte de 159 par heure (moyenne journalière = 78/heure) et de 159 bacs par heure de collecte (moyenne pour la journée = 99/heure). Pour cette collecte, malgré l'augmentation dans la proportion des sollicitations (57% pour le chargement

assisté) qui se rapproche des 66% de référence et une fréquence de déplacement du levier de commande de un déplacement par deux secondes, en reprenant les considérations présentées pour la collecte mixte et tout en s'appuyant sur le fait qu'il n'y ait pas de chargement manuel ni de montées/descentes, nous obtenons que le rythme de travail adopté alloue suffisamment de temps pour permettre la récupération.<sup>23</sup>

**Tableau 21 : Synthèse de la charge de travail pour la collecte du compost par territoire**

<b>VARIABLE</b>	<b>TERRITOIRE TYPE VILLE</b>
Taux de collecte (tonne/hre)	1,9
Densité d'ordures (Kg/Km)	208
Fréquence des montées/descentes par heure	5/H
Distance marchée (Km)	0,5
Fréquence par heures des:	
-Flexions	0
-Lancers et/ou torsions	0
-Activités à risque	3
-Éléments d'aggravation	4
Temps moyen de collecte (heure)	5,5
Total des risques par heure	12

À la campagne, comme le démontre le tableau 22 avec une répartition de 73% du temps alloué pour la conduite et 27 % pour le chargement assisté, une fréquence d'arrêts collecte de 71 par heure (moyenne = 54/heure) et une fréquence de bacs à 71 par heure de

collecte (moyenne = 59/heure), nous obtenons encore une fois que le rythme de travail adopté est suffisant pour permettre la récupération.

**Tableau 22 : Répartition du temps de travail (%) consacré à chaque activité**

TYPE DE COLLECTE	TERRITOIRE	RÉPARTITION DU TEMPS (%) / ACTIVITÉ		
		CONDUITE	CHARGEMENT	
			Assisté <sup>1</sup>	Manuel
Mixte	Ville	48%	27%	25%
	Campagne	53%	22%	25%
Recyclable	Ville	43%	57%	-
	Campagne	73%	27%	-
Compost	Ville	42 %	58%	-

<sup>1</sup> : Correspond au temps de manipulation du levier de commande

### *Collecte du compost*

Pour ce type de collecte où le chargement s'effectue exclusivement de façon assistée par prise d'action sur le levier de commande, une proportion du temps de travail qui s'établit à 58% pour le chargement et à 42 % pour la conduite est obtenue. En admettant que la proportion du temps de chargement puisse être considérée comme un maximum qui s'appliquerait à une ville, nous constatons que le rythme de travail observé ou adopté est suffisant pour permettre la récupération. D'autant plus que la fréquence des arrêts collecte pour la période vidéo est de 114 par heure de collecte (moyenne journalière = 77/ heure), celle des bacs est de 114 par heure de collecte (moyenne = 77/heure) et celle des montées/descentes est de 10 par heure (moyenne = 5/heure), donc encore une fois plus élevées que les moyennes journalières.

### **Analyse de l'aménagement physique du poste de travail**

Dans l'évaluation de l'aménagement physique du poste de travail, en tenant compte de la posture principale adoptée tout au long des périodes de collecte, le tableau 23 présente les

critères pour déterminer s'il existe des contraintes en rapport avec la position relative des points d'intervention à la prise d'information ou à la prise d'action.

En considérant les résultats obtenus du tableau 10 de ce présent rapport, nous constatons que :

- En hauteur, au niveau des prises d'action en posture debout, pour l'un ou l'autre des travailleurs, il existe une problématique potentielle dans la disposition de l'accélérateur, du frein et du levier de commande.
- En éloignement frontal, au niveau des prises d'action en posture debout, pour chacun des travailleurs, nous nous retrouvons aussi avec une problématique potentielle pour le volant, l'accélérateur et le frein. Pour le volant, lorsqu'on tient compte de l'inclinaison, les écarts sont minimales à plus ou moins ½ à 1 pouce.
- En éloignement latéral, pour les prises d'action en posture debout, il n'y a que la pédale de freinage, pour le travailleur de 72 pouces et celui de 65 pouces, qui se retrouve légèrement au-dessus de la limite de référence.<sup>24,25</sup> Toutefois, il est important de souligner que pour chacune des quatre grandeurs des travailleurs qui adoptent cette position, la pédale d'accélération est à la limite supérieure de la plage de référence (réf. 8 ½ à 9 po.).<sup>24,25</sup>
- Pour la prise d'information visuelle en posture debout, il n'y aurait que l'éloignement latéral du miroir gauche de chacun des trois camions qui excéderait la limite supérieure de la plage de référence (75°).<sup>24,25</sup>

Dans le cas où le travailleur est en posture assis au poste de conduite, lors des besoins de prise d'action, la position relative du frein en hauteur en éloignement latéral et en éloignement frontal, celle de l'accélérateur en éloignement latéral et enfin celle du levier d'embrayage en éloignement latéral soulèvent une problématique potentielle. À cette même position de conduite, pour les besoins de prise d'information, il n'y a que la position relative de l'écran en hauteur et celle du miroir droit en éloignement latéral qui sont problématiques.

**Tableau 23 : Critères d'évaluation de la position relative des points d'intervention<sup>24,25</sup>**

Type d'intervention	Posture	Point d'intervention	Variable de contrôle		
			Hauteur (po.)	Éloignement (po.)	
				Frontal/Dossier	Latéral
Prise d'action	Debout	Volant <sup>1</sup>	28 à 55	20 à 24 ¼	0
		Accélérateur	2	15 ¾ à 18	8 ½ à 9 D <sup>4</sup>
		Frein	2	¼	3 à 3 ½ D <sup>4</sup>
		Levier <sup>2</sup>	32 à 42	15 ¾ à 18	0 à 20 G ou
		Bas du dossier	32 à 41 <sup>3</sup>	¼	D
	Assis	Volant	23 ½	10 à 16	0
		Accélérateur <sup>4</sup>	-	23 à 28 ½	8 ½ à 9 D <sup>4</sup>
		Frein <sup>4</sup>	8	27 à 32 ½	3 à 3 ½ D <sup>4</sup>
		Levier	17 à 37	0 à 26 <sup>5</sup>	0 à 20 G ou
		Siège	18 ± 2 ½	-	D 0
Prise d'information	Assis ou debout	Écran et miroir	-30° à +15°	13 à 28 <sup>6</sup>	0° à 75°

G : gauche; D : Droite.

<sup>1</sup> : En posture debout, l'inclinaison des volants (30° = 1camion et 10° -12°= 2 camions) correspond à celle d'un camion type commercial ou à celle d'une voiture de course ; en posture assis (42°), elle correspond à celle d'un équipement industriel.

<sup>2</sup> : Le levier de commande du mécanisme de vidange des bacs aurait avantage à être facilement ajustable dans les différents axes. Le périmètre de ce dernier est considéré comme étant optimal à 4 ½ pouces.

<sup>3</sup> : Pour un dossier dont la hauteur serait entre 6 et 9 pouces, l'ajustement devrait varier entre ces limites.

<sup>4</sup> :Entre chacune des pédales, un dégagement minimum de 2 po. est suggéré.

<sup>5</sup> : L'éloignement frontal doit tenir compte de l'éloignement latéral et l'inverse.

<sup>6</sup> : Cette plage en distance s'applique pour la prise d'information à l'écran. Il semble q'un écran type LCD (Liquid Crystal Display) est considéré comme facilitant la prise d'information sous forte illumination (à valider).



## Manipulation manuelle des produits et position relative du point de chargement

Lors de la collecte des ordures ménagères, bien que la standardisation des contenants favorise l'utilisation d'un bras assisté, le volume des produits à ramasser à chacun des arrêts détermine les besoins de procéder manuellement lorsque ceux-ci sont disposés, pour une raison ou pour une autre, à proximité du contenant. Dans ces conditions, pour le travailleur qui a à effectuer l'activité, il y a donc un niveau de pénibilité qui est fonction de la position relative du point de chargement. En reprenant les résultats des mesures effectuées pour chacun des camions de cette étude et en les comparant à certaines caractéristiques d'une population<sup>24</sup>, le niveau d'exigence relative représenté peut être ressorti.

**Tableau 24 : Position relative du point de chargement**

POPULATION/CARACTÉRISTIQUES <sup>24</sup>			POSITION DU POINT DE CHARGEMENT	
Taille (po.)	Hauteur d'épaule (po.)	Longueur des bras (po.)	Hauteur (po.) <sup>1</sup>	Éloignement frontal (po.) <sup>2</sup>
64	53 ¼	23 ½	55, 67 et 52	15 et 17
68	55 ¾	25		
73	60	27		

<sup>1</sup> : 2 camions ont une hauteur de 55 po.; le camion du compost est exclu.

<sup>2</sup> : 3 camions ont un éloignement frontal de 15 po., l'autre de 17 po., compost exclu.

À partir de ces valeurs, nous pouvons constater que :

- Pour un des camions, la hauteur relative du point de chargement introduit une variation importante.
- En référence avec la hauteur des épaules, le point de chargement se situe majoritairement au-dessus de celle-ci pour au moins 50 % d'une population masculine et pour pratiquement 100 % d'une population féminine.<sup>24</sup>
- En éloignement frontal, avec une distance minimale de 15 à 17 pouces et une longueur de bras de 23 ½ à 27 pouces, afin d'éviter l'accrochage de la charge

et/ou une prise de contact de la personne avec un élément de la structure, il y a obligation d'effectuer le transfert de la charge à bout de bras et par projection.

### **Synthèse des résultats comparatifs 1992-2001 des études ergonomiques**

Le tableau 25 présente la synthèse des résultats comparatifs des deux études ergonomiques, soit celle de Bourdouxhe et coll. (1992) et la présente, soit les résultats 2001.

### **Limites de l'étude**

La qualité scientifique de l'évaluation des bioaérosols dans cette étude s'est appuyée sur des méthodes de prélèvement et d'analyse éprouvées.<sup>5,8,9</sup> Les limites sont aussi connues.<sup>15,26,27</sup> 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 Nielsen et coll. (1995), qui ont utilisé des méthodes similaires afin de déterminer les profils d'exposition des éboueurs, malgré que la majorité des bioaérosols sont constitués de spores fongiques ou bactériennes résistantes à l'assèchement, les échantillons ne reflètent pas nécessairement la microflore exacte des ordures.<sup>15</sup> 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. Ainsi, 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.<sup>26</sup> La méthode de prélèvement sur filtres ou membranes demeure la méthode de choix pour évaluer l'exposition personnelle.<sup>27</sup>

Les limites de l'étude ergonomique sont quant à elles les mêmes que celles retrouvées dans l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992). Il faudra garder à l'esprit que les résultats sont des moyennes calculées sur un petit nombre de tournées par type de chargement et par catégorie de territoire (campagne vs. ville). De plus, étant donné sa petite taille, l'échantillon ne peut prétendre à une représentativité exhaustive de toutes les situations organisationnelles.

**Tableau 25 : Synthèse des résultats comparatifs (études ergonomiques 1992 et 2001)**

VARIABLE DE CONTRÔLE	RÉSULTATS/ÉTUDE		CONSTAT/BRAS ASSISTÉ
	1992	2001	
<b>Taux de collecte(tonne/hre.)</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Compost - Recyclable ville - Recyclable campagne	1.8 1.5 - 1.0 -	2.9 1.8 1.9 1.5 0.7	Équivalents ou supérieurs
<b>Vitesse de collecte (km/h) et densité d'ordures (kg/km)</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Compost - Recyclable ville - Recyclable campagne	5.8 et 356 17.8 et 84 - 9.0 et 126 -	10.2 et 287 22.5 et 77.5 9 et 208 6.1 et 244 25 et 28.3	Équivalentes ou supérieures
<b>Fréquence des montées/descentes</b> - Ville  - Campagne	M/D = 89 M = 1 C = 0 4 km  M/D = 57 M = 0 C = 0 6 km	M/D = 22 M = 2 C = 0 1.2 km  MD/ = 15 M = 0 C = 0 0.7 km	-75%  -95%  -73%  -88%
<b>Fréquence des flexions extrêmes/ heure</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Recyclable ville	122/hre. 169/hre. 218/hre.	9/hre. 3/hre. 12/hre.	-93% -98% -95%
<b>Fréquence moyenne des flexions/ arrêt</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Recyclable ville	1.6 2.9 2.8	0.10 0.01 0.15	-94% -99.6% -95%
<b>Lancers par projection ou par torsion lombaire</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Recyclable ville	233/hre. 162/hre. 103/hre.	43/hre. 45/hre. 41/hre.	-69% <sup>1</sup> -23% <sup>1</sup> -97% <sup>1</sup>
<b>Nombre d'activité à risque</b> - Mixte - Recyclable	25/hre. 85/hre.	11/hre. 12/hre.	Équivalent <sup>1</sup> -74% <sup>1</sup>
<b>Nombre moyen d'incidents</b> - Mixte - Recyclable	1.6/hre. 1.5/hre.	1.4/hre. 1.0/hre.	-13% -33%
<b>Vidange des poubelles hors normes</b>	16/hre.	16/hre.	Équivalent
<b>Global (risques)</b> - Mixte ville - Mixte campagne - Recyclable ville	552/hre. 518/hre. 580/hre.	163/hre. 138/hre. 52/hre.	-71% -73% -91%

<sup>1</sup> : Ces valeurs sont obtenues suite à une pondération qui tient compte de la densité de déchets et de son influence sur la façon de faire du travailleur.

## CONCLUSION

Les objectifs de cette recherche étaient d'évaluer si l'exposition aux bioaérosols chez les éboueurs, lors de l'utilisation de camions avec bras assisté, dans les pires conditions, pendant l'été, est conforme aux valeurs guides et d'identifier les problématiques potentielles en relation avec l'utilisation de l'équipement afin d'orienter la conception d'un aménagement adéquat de la cabine pour les travailleurs. En comparant les concentrations moyennes mesurées aux valeurs guides, certaines observations peuvent être faites. Les concentrations moyennes de bactéries sont du même ordre de grandeur que la valeur guide recommandée. La valeur guide des bactéries totales a été atteinte dans 20 % des cas, soit seulement lors de la collecte d'ordures mixtes en ville. La concentration maximale de bactéries par tonne métrique a été aussi mesurée pour ce même type de collecte. Dans l'étude de Lavoie (2000) ce pourcentage était de 86 %. 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. Elles sont toutes inférieures à la valeur guide proposée par l'ACGIH. Elles sont aussi toutes inférieures au niveau d'intervention de 50 % de la norme habituellement utilisée en hygiène du travail. Les concentrations moyennes de moisissures, de l'ordre de  $10^4$  UFC/m<sup>3</sup> d'air (un ordre de grandeur supérieur aux concentrations de base), sont similaires à celles rapportées par Lavoie (2000). En outre, lorsque comparées avec leurs niveaux moyens de base, les concentrations moyennes de moisissures les dépassent, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ), dans tous les types de collecte. En fonction du tonnage (concentration par tonne métrique), la concentration moyenne la plus élevée a été rencontrée lors de la collecte du compost. La collecte de la fraction recyclable à la ville est quant à elle significativement plus faible, pour le même tonnage. De surcroît, à tonnage égal, la collecte du compost constitue une source notable de moisissures. Le pourcentage de sortie à l'extérieur du camion n'influence pas les concentrations de bactéries ou de moisissures. L'exposition aux agents biologiques la plus faible est rencontrée lors de la collecte de la fraction recyclable en ville.

L'étude ergonomique démontre, qu'en général, les principales contraintes identifiées dans l'étude de Bourdouxhe et coll. (1992) ont connu une forte diminution. Une réduction de 91 % du taux global d'apparition des contraintes a été observée lors de la collecte du recyclable à la ville. Pour la collecte des produits mixtes, cette réduction a été de 71 % en ville et de 73 % à la campagne. De surcroît, à partir des résultats obtenus lors de la collecte du compost où cette dernière est faite uniquement avec l'aide du bras assisté, l'hypothèse selon laquelle le niveau de risque relatif présent pour les autres types de collecte serait sensiblement le même peut être formulée.

L'analyse du temps de travail démontre que, malgré la présence élevée de bacs lors de la collecte des ordures mixtes, la proportion entre le chargement assisté et manuel est à peu près équivalente.

Peu importe la posture adoptée (debout ou assis) pour effectuer le travail, cette étude démontre l'existence de problématiques associées à l'aménagement physique telles les positions relatives des moyens de prise d'actions et d'informations.

En pratique, dans le but de contrôler le contenu des bacs des produits recyclables, et compte tenu que la collecte des ordures mixtes oblige les travailleurs à récupérer fréquemment les produits hors bac, la conduite à gauche se trouve défavorisée. À moins de changements provenant des municipalités et des citoyens visant l'utilisation absolue de bacs, les objectifs poursuivis par l'introduction de cet outil de travail, soit l'adoption de la posture assis et l'élimination d'intervention directe sur les produits sont remis en questions.

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs tiennent à remercier pour leur contribution à cette recherche 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 l'employeur chez qui nous avons fait cette étude.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Bourdouxhe, M., Guertin, S., Cloutier, E. *Étude des risques d'accident dans la collecte des ordures ménagères*. Études et recherches, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, rapport # R-061, décembre 1992, 287 pages.
2. Poulsen, O.M., Breum, N.O., Niels Ebbehoj et col. Collection of Domestic Waste. Review of Occupational Health Problems and their Possible causes. *The Science of the Total Environment* 170 :1-19 (1995).
3. Malros, P., Sigsgaard, T., Bach, B. Occupational Health problems Due to Garbadge Sorting. *Waste Manage. Res.* 10 :227-234 (1992).
4. ACGIH : *Bioaerosols : Assessment and Control*. J. Macher, ed., American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio, 322 pages, 1999.
5. Lavoie, J. *Évaluation de l'exposition des éboueurs aux bioaérosols*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec, rapport # R-255, septembre 2000, 24 pages.
6. Wouters, I.M., Douwes, J., Doekes, G., Thorne, P.S., Brunekreef, B., Heederick, D.I.I. Increased Levels of Markers of Microbial Exposure in Homes with Indoor Storage of Organic Household Waste. *Applied and Environmental Microbiology* 66(2) :627-631 (2000).
7. Nielsen, B.H., Nielsen, E.M., Breum, N.O. Seasonnal Variation in Bioaerosol Exposure During Biowaste Collection and measurements of Leaked Percolate. *Waste management and Research* 18 :64-72 (2000).

8. IRSST. *Analyse des endotoxines présentes dans l'air*. Notes et rapports scientifiques et techniques, méthode # 332-1, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, 8 pages, 1998.
9. IRSST. *Dénombrement des bactéries et moisissures viables*. Notes et rapports scientifiques et techniques, méthode # 264-3, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, 8 pages, 1998.
10. Mulhausen, J.R., Damiano, J. *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*. American Industrial Hygiene Association, AIHA Press, Fairfax, VA, 345 pages, 1998.
11. NCSS. *NCSS 2000 Statistical System*. Kaysville, Utah, 1998.
12. Rao, S.T., Ku, J-Y., Rao, K.S. Analysis of Toxic Air Contaminant Data containing Concentrations Below the Limit of detection. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 41 :442-448 (1991).
13. Finkelstein, M.M., Verma, D.K. Exposure Estimation in the Presence of Nondetectable Values : Another Look. *American Industrial hygiene Association Journal* 62 :195-198 (2001).
14. Rylander, R., Jacobs, R.R. Endotoxins in the Environment : A Criteria Document. *Int. J. Occup. Environ. Health* 3 :S1-S48 (1997).
15. Nielsen, B.H., Nielsen, E.M. Breum, N.O. Occupational Bioaerosol Exposure During Collection of Household Waste. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2 :53-59 (1995).
16. Breum, N.O., Nielsen, B.H., Nielsen, E.M., Poulsen, O.M. Bio-aerosol Exposure During Collection of Mixed Domestic Waste. An Intervention Study on Compactor Truck Design. *Waste Manage. Res.* 14 :527-536 (1996).

17. Heldal, K., Eduard, W., Gergum, M. Bioaerosol Exposure During Handling of Source Separated Household Waste. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 4 :45-51 (1997).
18. Vernhoeff, A.P., burge, H.A. Health Risk Assessment of Fungi in Home Environment. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 78 :544 (1997).
19. Ivens, U.I., Hansen, J., Breum, N.O. et col. Diarrhoea Among Waste collectors Associated with Bioaerosol Exposure. *Ann. Agric. Environ. Med.* 4 :63-69 (1997).
20. Ivens, U.I., Breum, N.O., Ebbehoj, N., et col. Exposure-Response Relationship between Gastrointestinal Problems among Waste Collectors and Bioaerosol Exposure. *Scand. J. Work Environ. Health* 25(3): 238-245 (1999).
21. Marchand, G., Lavoie, J., lazure, L. Evaluation of the Bioaerosols in a Municipal Solid Waste Recycling and Composting plant. *J. Air and Waste Manage. Assoc.* 45 :778-781 (1995).
22. Lavoie, J., Guertin, S. Evaluation of Health and Safety Risks in Municipal Solid Waste Recycling Plants. *J. Air and Waste Manage. Assoc.* 51 :352-360 (2001).
23. Bergamasco, R., Girola, C., Colombini, D. Guidelines for Designing Jobs Featuring Repetitive Tasks. *Ergonomics* 41(9) :1364-1383 (1998).
24. Diffrient, N., Tilley, A.R., Harman, D. Humanscale 1-9. MIT Press, Cambridge, MA, 129 pages, 1981.
25. Woodson, W.E. Human Factors Design Handbook. McGraw-Hill Book Company, Toronto, 1049 pages, 1981.



26. Thorne, P.S., Kiekhaefer, M.S., Whitten, P., Donham, K.J. Comparison of Bioaerosols Sampling Methods in Barns Housing Swine. *Applied and Environmental Microbiology* 58(8) :2543-2551 (1992).
27. Edouard, W., Heederik, D. Methods for Quantification Assessment of Airborne Levels of Noninfectious Microorganisms in Highly Contaminated Work Environments. *American Industrial Hygiene Association Journal* 59 :113-127 (1998).

## **ANNEXE 1**

### **Liste des constats et points rapportés par les travailleurs**

## **LISTE DES CONSTATS ET DES POINTS RAPPORTÉS**

Cette section traduit les différents points de vue des travailleurs observés et les résultats des observations effectuées tout au long des périodes de collecte. Afin de valider l'ensemble des données, une rencontre a été organisée en décembre 2001 avec les travailleurs. Lors de celle-ci, il a été possible de réviser la liste et de l'enrichir au besoin.

### **Conditions climatiques**

- 1. En hiver, avec le chauffage et la diminution des besoins de débarquer cela est beaucoup plus acceptable et il en est de même pour les intempéries.*
- 2. Avec ce type de camion, il n'y a plus de neige, pas de pluie ou d'intempérie. Ces facteurs n'affectent plus le responsable de la collecte et de ce fait, c'est beaucoup plus acceptable lorsque la personne vieillit.*
- 3. Dans les conditions antérieures, pour les plus expérimentés, ils ne pensaient pas pouvoir se rendre à la pension et maintenant, avec ce type d'équipement, l'on arrive à la maison comme au départ.*
- 4. Avec les bras articulés, en hiver pour les bancs de neige; il n'y a pas de problème d'effort.*
- 5. En hiver il y a moins de matériel à côté des bacs (collecte mixte et recyclable) et certains opèrent assis du côté gauche et en été, c'est debout du côté droit.*
- 6. Aux premières neiges, il faut se surveiller pour ne pas passer tout droit au bac.*

### **Aménagement physique (prise d'action)**

- 1. En posture debout, si la journée est longue l'on ressent de la douleur sous les pieds.*
- 2. En posture debout, c'est dur pour le dos car l'on ressent les contre-coups*
- 3. En conduite debout l'on ressent de la douleur aux jambes (cuisse et mollet), l'on s'appuie toujours sur les talons et souvent, il y a perte d'équilibre.*
- 4. En position de conduite debout (à droite), le plancher serait à améliorer pour minimiser les contre-coups.*

5. *Le camion avec suspension à ballon de "rubber dur", sans air, est pénible pour le dos et cela est pire au printemps.*
6. *Pour la conduite en position debout, c'est dur pour les pieds lorsque les semelles sont trop rigides (ex. botte de bûcheron).*
7. *Le dossier qui est du côté droit, lorsque l'on opère debout, est non ajustable en hauteur et en profondeur.*
8. *Depuis que le dossier a été avancé, cela va beaucoup mieux pour travailler en posture debout.*
9. *La conduite à droite avec "shaft" est moins pénible qu'avec chaîne car cela ne s'encrasse pas.*
10. *En posture assis, c'est ennuyant, dur pour les genoux et à l'occasion, il faut alterner.*
11. *En position assis, le levier de commande est opéré avec le poignet cassé car il n'est pas droit et l'ajustement est inadéquat.*
12. *En posture assis, l'on ressent occasionnellement de la douleur au bras droit (doigt = index, avant-bras extérieur et au dessus de l'épaule droite). Pour le bras gauche, c'est le dessus de l'épaule et selon la personne, cela serait associée au besoin de tourner le volant lorsque le camion est à l'arrêt.*
13. *En posture assis, le bras d'embrayage est loin et il y a un besoin de flexion latérale du dos (10° à 15 °) pour l'atteindre et il en est de même pour le bouton-poussoir de la presse.*
14. *En posture assis, à chacun des bacs, il y a un besoin de flexion latérale du dos et de torsion du cou.*
15. *Au début, en tenant le levier plus serré la personne ressentait de la douleur au coude droit et maintenant elle n'en ressent plus, car elle garde la main molle (gaucher)*
16. *Il faut environ 4 jours pour maîtriser le levier de commande du bras articulé et le contrôle de positionnement relatif, se fait en regardant en premier dans le miroir et après à l'écran.*
17. *La vitesse de compaction serait à améliorer pour minimiser les attentes de la presse.*

18. *Pour nettoyer l'intérieur de la trémie, cela se fait avec un bâton de hockey.*
19. *Pour gratter l'intérieur des réceptacles qu'il y a de chaque côté de la presse, il y a un besoin de flexion du dos à 90°.*
20. *Lors du nettoyage de la presse, l'accès se fait sans barre de préhension pour les mains et sans anti-dérapant pour les pieds.*
21. *Lors du nettoyage de la presse, l'accès est inadéquat et la posture est contraignante.*
22. *Puisque le même camion est utilisé pour le recyclable et pour les ordures, il faut donc procéder à un bon nettoyage après avoir fait les ordures et alors, il faut 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.*
23. *Depuis que nous devons vérifier le contenu des bacs de recyclable, pour minimiser la fréquence des montés et des descentes, l'on opère à droite.*

#### **Aménagement physique (prise d'information)**

1. *En posture debout, le regard à l'écran introduit une torsion du cou de 30° à 45° vers la gauche.*
2. *L'écran est utilisé pour se positionner et la personne regarde en alternance le miroir à droite et l'écran à gauche. La plage d'amplitude d'orientation du regard est donc de 60° à 90°.*
3. *En posture assis, pour regarder le miroir du côté droit, il y a torsion au niveau du cou d'environ 60° et au niveau du dos il y a torsion d'environ 5° à 10°.*
4. *Pour se positionner par rapport au bac, le regard se fait 50 % à l'écran et 50 % au miroir du côté droit.*
5. *Lorsqu'il y a des reflets à l'écran, la vision est pratiquement nulle.*
6. *À partir du côté droit, en posture debout, les cadrans d'état contrôle du véhicule sont non visibles.*
7. *En conduite debout, la vision à gauche dans la position basse de la vitre de la porte est très problématique.*
8. *En posture debout, depuis que la plate-forme a été relevée, la vision dans le miroir du côté gauche est adéquate (TAILLE = 65 po.)*

9. *Il faut environ 1 mois  $\frac{1}{2}$  pour s'habituer au miroir et 3 mois pour bien connaître le trajet.*
10. *Sur certains camions, il n'y a pas de vision de l'intérieur de la trémie ou du point de vidange*