

1999

## Évaluation des risques à la santé et à la sécurité du travail dans les centres de tri des matières recyclables

Jacques Lavoie  
*IRSST*

Serge Guertin  
*Ergo-Norme inc.*

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

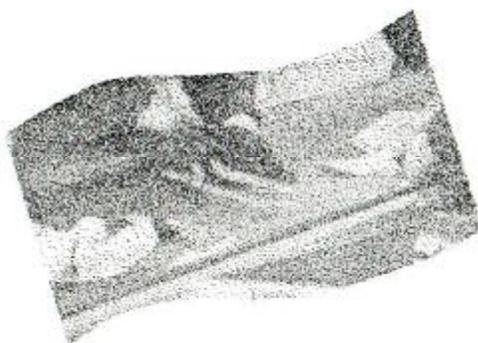
---

### Citation recommandée

Lavoie, J. et Guertin, S. (1999). *Évaluation des risques à la santé et à la sécurité du travail dans les centres de tri de matières recyclables* (Rapport n° R-212). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter [pharesst@irsst.qc.ca](mailto:pharesst@irsst.qc.ca).

**Évaluation des risques  
à la santé et à la sécurité  
du travail dans les centres  
de tri de matières recyclables**



**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

Jacques Lavoie  
Serge Guertin

Janvier 1999

R-212

**RAPPORT**



**IRSST**  
Institut de recherche  
en santé et en sécurité  
du travail du Québec

## 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  
1999

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](mailto: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  
Janvier 1999.

# Évaluation des risques à la santé et à la sécurité du travail dans les centres de tri de matières recyclables

Jacques Lavoie,  
Programme soutien analytique, IRSST

Serge Guertin,  
Ergo-Norme inc.

ÉTUDES ET  
RECHERCHES

RAPPORT

## Table des matières

	<b>Page</b>
<b>Résumé</b> .....	1
<b>1. Introduction</b> .....	3
1.1 Mise en contexte .....	3
<b>2. Matériel et méthodes</b> .....	5
2.1 Description des centres de recyclage .....	5
2.2 Microorganismes .....	8
2.3 Agents chimiques .....	8
2.4 Agents physiques .....	9
2.5 Étude ergonomique .....	10
<b>3. Résultats</b> .....	11
3.1 Étude ergonomique .....	11
3.1.1 Population de travailleurs et postes de travail .....	11
3.1.2 Activité, rythme et posture de travail .....	11
3.1.3 Caractéristiques d'aménagement des postes de travail .....	14
3.1.4 Activité de travail et douleur ressentie .....	14
3.1.5 Effort physique .....	14
3.1.6 Statistiques d'accident .....	14
3.1.7 Registre des accidents .....	14
3.1.8 Relevé des accidents .....	15
<b>4. Discussion</b> .....	15
4.1 Microorganismes .....	15
4.1.1 Bactéries totales .....	16
4.1.2 Bactéries Gram négatives .....	16
4.1.3 Moisissures .....	16
4.2 Agents chimiques .....	16
4.3 Agents physiques .....	17
4.4 Étude ergonomique .....	17
4.4.1 Posture de travail .....	17

4.4.2 Aménagement physique.....	21
4.4.3 Effort physique.....	25
4.4.4 Rythme de travail, temps de cycle, répétitivité.....	26
4.4.5 Activité de travail et douleur ressentie.....	27
4.4.6 Statistiques d'accidents.....	28
5. Conclusion.....	28
6. Recommandations.....	31
6.1 Recommandations spécifiques.....	31
6.2 Éléments généraux à considérer pour la conception et la gestion d'un centre de tri.....	34
7. Remerciements.....	35
8. Références.....	36
ANNEXE A.....	73
ANNEXE B.....	79
ANNEXE C.....	81

## Liste des tableaux

	<b>Page</b>
Tableau 1. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 1).....	41
Tableau 2. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 2).....	42
Tableau 3. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 3).....	43
Tableau 4. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des agents chimiques (centre 1).....	44
Tableau 5. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des agents chimiques (centre 2).....	45
Tableau 6. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des agents chimiques (centre 3).....	46
Tableau 7. Niveaux moyens des agents physiques mesurés dans les trois centres.....	47
Tableau 8. Caractéristiques des travailleurs et des postes de travail des trois centres.....	48
Tableau 9. Rythme de travail à la courroie d'approvisionnement du centre #1.....	49
Tableau 10. Posture de travail à la courroie d'approvisionnement du centre #1.....	50
Tableau 11. Rythme de travail au poste de triage principal du centre #1.....	51
Tableau 12. Posture de travail au poste de triage principal du centre #1.....	52
Tableau 13. Rythme de travail au triage des plastiques.....	53
Tableau 14. Posture de travail au triage des plastiques.....	53
Tableau 15. Rythme de travail au premier secteur du centre #2.....	54
Tableau 16. Posture de travail au premier secteur du centre #2.....	55
Tableau 17. Rythme de travail pour le deuxième secteur du centre #2.....	56
Tableau 18. Posture de travail pour le deuxième secteur du centre #2.....	56
Tableau 19. Rythme de travail pour le troisième secteur du centre #2.....	57
Tableau 20. Posture de travail pour le troisième secteur du centre #2.....	57
Tableau 21. Rythme de travail pour le quatrième secteur du centre #2.....	58
Tableau 22. Posture de travail pour le quatrième secteur du centre #2.....	58
Tableau 23. Rythme de travail au centre #3.....	59
Tableau 24. Posture de travail pour le centre #3.....	60
Tableau 25. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre # 1.....	61
Tableau 26. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre # 2.....	62
Tableau 27. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre #3.....	62
Tableau 28. Activité de travail et douleur ressentie en fonction du jour et de la période quotidienne.....	64

Tableau 29. Besoins d'effort statique pour le maintien de la posture (dos) et de la rétention du matériel (bras) en fonction de la taille et du poids des travailleurs.....	65
Tableau 30. Registre des accidents (centre 3).....	66
Tableau 31. Compilation statistique des accidents au triage (centre 3).....	67
Tableau 32. Valeurs de références utilisées dans l'évaluation du déplacement dynamique d'un membre à son articulation.....	68
Tableau 33. Caractéristiques d'aménagement des postes de travail et critères de référence.....	69
Tableau 34. Valeurs de référence utilisées dans l'évaluation du niveau d'exigence des efforts statiques.....	71
Tableau 35. Estimation des besoins d'effort statique équivalents à générer à l'articulation de l'épaule pour le maintien du membre supérieur.....	72
Tableau 36. Proportion du temps de travail avec flexion du bras pour les trois centres de tri.....	72

## Résumé

Les objectifs de ce projet étaient de documenter les nuisances (biologiques, chimiques, physiques et ergonomiques) dans trois (3) centres de tri de matières recyclables, d'interpréter ces données par référence aux normes d'exposition existantes ou aux niveaux recommandés rapportés dans la littérature scientifique et technique et d'identifier les caractéristiques ou variables à considérer lors de l'implantation de nouveaux centres et de faire des propositions sur les améliorations à apporter aux installations existantes.

Les microorganismes retrouvés dans l'air ont été mesurés en utilisant la méthodologie recommandée par l'ASTM (American Society for Testing and Materials) dans leur protocole E884-82 (1993). Les agents chimiques soupçonnés d'être présents dans ce genre de milieu et les agents physiques ont été mesurés en utilisant les méthodes standards de l'IRSST. Ils ont été mesurés en été, lorsque la quantité de matériel à recycler est maximale et en hiver, sous des conditions climatiques différentes. Le volet ergonomique a consisté à réaliser, dans un premier temps, un diagnostic basé sur une approche systémique qui tient compte de tous les aspects de la situation de travail (aménagement, communications, organisation de travail, etc.). Par la suite, il y a eu une étape de recherche de solutions.

En été, les concentrations moyennes de bactéries totales étaient supérieures au niveau moyen suggéré pour huit heures de  $10\,000$  UFC/m<sup>3</sup> d'air pour ce genre d'activité, aux réceptions des centres 1 et 3, aux tris des trois centres et aux expéditions des centres 1 et 3. Toutefois, pendant l'hiver, elles sont toutes inférieures au niveau suggéré. L'entreposage et la manipulation du matériel à recycler semble donc constituer une source majeure de bactéries totales pendant l'été. Lorsque les concentrations moyennes de bactéries Gram négatives ont été comparées au niveau suggéré de  $1\,000$  UFC/m<sup>3</sup> d'air pour une exposition de huit heures, seul le département du tri du centre #2 dépassait cette valeur. Des concentrations moyennes de moisissures plus grandes, d'une façon statistiquement significative, que celles mesurées dans l'air extérieur en amont ont été mesurées dans tous les départements des centres # 1 et 3 et seulement au triage du centre # 2, pendant l'été. Il a donc été suggéré, entre autres, d'augmenter la fréquence d'entretien des différents départements et d'appliquer rigoureusement des mesures d'hygiène personnelles strictes. La qualité de l'air de l'environnement extérieur, au niveau microbien, ne semble pas être influencée par les opérations effectuées dans ces centres, et ce à 100 mètres en aval, dans la direction du vent.

Le seul contaminant chimique mesuré à des concentrations moyennes supérieures à 50% de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) (concentration maximale de 26 ppm) a été le CO (monoxyde de carbone) aux départements du tri des centres # 1 et 2. La source de ce contaminant origine de l'utilisation des chariots-élévateurs au propane dans la réception et à l'expédition.

Le bruit a dépassé la VEMP au centre #2. Il s'agit donc d'un agresseur éventuel dans les centres de tri. L'éclairage était supérieur au niveau minimal recommandé de 200 lux dans les trois centres.

Au niveau de l'étude ergonomique réalisée aux départements du tri, il serait nécessaire d'orienter des

actions pour améliorer la situation sur des aspects tels que l'aménagement physique des postes de travail, le rythme de travail, l'organisation du travail, la protection aux mains et les besoins d'effort physique.

Lors de l'implantation de nouveaux centres et pour ceux qui existent, des améliorations devraient être considérées au niveau:

- de la collecte des déchets;
- de la réception des déchets;
- du triage;
- de l'expédition et de l'entrepôt;
- de la conception d'un centre;
- des opérations de nettoyage;
- de la protection personnelle;
- des mesures d'hygiène personnelle et,
- de l'organisation du travail.

## 1. Introduction

Ce rapport présente les résultats de l'étude des agents chimiques, physiques, biologiques et des risques ergonomiques dans trois centres de tri de matières recyclables du Québec.

L'intérêt pour ce projet de recherche a tout d'abord été suscité par des demandes de la CSST (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec) et des directions de la santé publique concernant l'identification et l'évaluation des risques à la santé pour les travailleurs manipulant des déchets domestiques. En effet, comme ce type de travail est récent et relativement peu connu, il est des plus pertinent de poursuivre la recherche sur l'évaluation des agresseurs.

Les objectifs de ce projet étaient:

1. de documenter les nuisances (biologiques, chimiques, physiques et ergonomiques) dans trois (3) centres de tri,
2. d'interpréter ces données par référence aux normes d'exposition existantes ou aux niveaux recommandés rapportés dans la littérature scientifique et technique,
3. d'identifier les caractéristiques ou variables à considérer lors de l'implantation de nouveaux centres et de faire des propositions sur les améliorations à apporter sur les installations existantes.

Cette étude doit donc ultimement, afin d'améliorer les conditions de travail, déterminer les caractéristiques requises des nouvelles installations de tri et proposer les correctifs à apporter aux installations existantes.

### 1.1 Mise en contexte

Le gouvernement du Québec a mis au point une politique de gestion intégrée des déchets solides visant à réduire de moitié, d'ici l'an 2000, le volume de déchets à éliminer.<sup>1</sup> Au Québec, le Ministère de l'environnement et de la faune a évalué que la quantité totale de résidus générés, en 1988, s'élevait à environ sept millions de tonnes métriques. Ces résidus de produits finis provenaient de la consommation domestique, commerciale, institutionnelle et industrielle.<sup>1</sup> Environ les deux tiers de ces résidus sont des ressources secondaires qui peuvent être récupérées et recyclées. Or, 81,9% des résidus générés en 1988, soit 5 689 000 tonnes métriques, ont été acheminés aux lieux d'élimination ou à l'incinération.<sup>1</sup>

La collecte sélective ou collecte des matières récupérables des ordures ménagères connaît donc un développement considérable. Il y a présentement une quarantaine de centres de tri dans la province. D'après le numéro de janvier 1995 de la revue *Envirotech*, alors qu'il n'y avait qu'une vingtaine de centres, la collecte sélective et le recyclage étaient devenus une industrie florissante, générant quelque 3 000 emplois et une activité économique évaluée à 150 millions de dollars par année.<sup>2</sup> Le

nombre de centres de tri demeurera à la hausse jusqu'à ce que l'ensemble du territoire québécois où la densité de population le permet soit desservi.

Aucune étude globale des conditions d'hygiène et d'ergonomie n'a encore été faite sur cette activité. L'isolement des centres loin des secteurs habités, le nombre limité de travailleurs par établissement, l'émergence récente et un certain désintéressement de la main d'oeuvre pour ces types de travail expliquent en partie cette lacune. De plus, parce qu'il est impossible d'isoler les travailleurs de centres de tri dans l'analyse des statistiques d'accidents et de maladies du travail, aucune donnée statistique des lésions indemnisées ne peut être extraite des dossiers de la CSST.

Selon la littérature scientifique consultée, le tri et le compostage des déchets comportent des risques d'origine chimique, physique, microbiologique, ergonomique ainsi que des risques à la sécurité des travailleurs.<sup>3,4</sup> Plusieurs études ont indiqué que les travailleurs des centres de recyclage sont exposés à des risques accrus de problèmes de types musculo-squelettiques, respiratoires (bronchites chroniques, oppressions de poitrine, alvéolites allergiques, asthme), du syndrome toxique par exposition aux poussières organiques (STEPO), gastro-intestinaux, d'irritations de la peau, des membranes muqueuses et des yeux.<sup>3,5,6</sup> Un de ces rapports mentionne que la majorité des symptômes semblent plus fréquents chez les travailleurs triant et manipulant des déchets domestiques lorsque comparés à ceux triant le papier ou les déchets de jardins.<sup>6</sup> Malmros (1992), dans une étude au Danemark sur l'ensemble des problèmes de santé dans les centres de tri-compostage, accorde une importance toute particulière aux agresseurs biologiques et ergonomiques. L'asthme et le STEPO venaient en tête de liste des affectations avec des taux d'incidence de 100 %, soit de cent cas par cent travailleurs par année.<sup>8</sup> Un autre groupe de chercheurs étaient arrivés aux mêmes conclusions en précisant que les symptômes les plus précoces étaient les maux de gorge et l'irritation des yeux.<sup>5</sup>

Il n'y a pas de normes québécoises ou internationales pour prévenir les expositions aux microorganismes et leurs toxines. Cependant, sur la base des études déjà réalisées au niveau du traitement des eaux usées et des centres de compostage, les valeurs guides suivantes, en unité formatrice de colonie ou nombre de microorganismes (UFC) pour les microorganismes viables et d'unité d'endotoxine (UE), pour une exposition de huit heures, ont été proposées.<sup>3,8-13</sup>

Bactéries totales	$10^4$ UFC/m <sup>3</sup> d'air
Bactéries Gram négatives	$10^3$ UFC/m <sup>3</sup> d'air
Endotoxines	50-300 UE/m <sup>3</sup> d'air

Ces valeurs devraient être considérées comme des concentrations moyennes acceptables pour des périodes de huit heures. Il ne s'agit pas de valeurs plafonds. De plus, des niveaux d'expositions moindres ne garantissent pas l'absence d'effets sur la santé.<sup>10</sup>

Au niveau de la manipulation des déchets, les produits chimiques avec lesquels les travailleurs peuvent être en contact soit par inhalation ou soit par contact cutané dépendent essentiellement de la nature même des déchets. De plus, à cause de l'équipement motorisé utilisé dans ces centres, il y a possibilité d'exposition à l'oxyde de carbone (CO) et aux oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

Les risques ergonomiques rencontrés dans les centres de recyclage sont associés aux maux de dos à cause des manutentions de charge et des postures contraignantes à adopter. Il est probable également que les travailleurs soient affectés par des lésions aux membres supérieurs étant donné la cadence et le caractère répétitif du tri.<sup>3,7</sup> Le travail debout durant toute la journée du quart de travail, la hauteur et la largeur du convoyeur et la charge de travail sont les contraintes pointées dans la littérature.<sup>3,7,10,14</sup>

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1 Description des centres de recyclage

Les centres sont en général semblables au niveau des opérations, c'est-à-dire qu'ils sont tous composés d'une réception, d'un département de triage, de compacteurs ou de presses et d'une expédition. La figure 1 donne le schéma général des installations dans un centre de recyclage de déchets domestiques. Il nous a donc semblé plus intéressant de les choisir selon leur mode de gestion. Ainsi, trois centres de recyclage ont été choisis dans cette étude dans le but de représenter les trois types de gestion possible. Le premier est de propriété privée et les opérations de ce centre sont privées, c'est-à-dire que la gestion est assurée par le propriétaire du centre. Le deuxième centre appartient au milieu public, c'est-à-dire qu'il est de propriété municipale mais la gestion est assurée par un contracteur du milieu privé. Le troisième type est de propriété municipale et la gestion est assurée par l'association des municipalités impliquées. Il y a environ une quinzaine de travailleurs par centre. De plus ces centres sont aussi différents en ce qui concerne les volumes à recycler, les régions géographiques (grande ville, ville de banlieue et municipalités régionales de comté), le type de collecte (en vrac ou triés à la source), l'âge des bâtiments et l'ensemble des produits à traiter..

Au premier centre de tri (centre # 1), le matériel est acheminé en vrac (sans triage préalable des produits aux différents points de la collecte) et les activités de tri s'effectuent le long de trois convoyeurs différents localisés dans deux aires de travail différentes et les produits sont acheminés par gravité vers les aires d'accumulation.

Au premier convoyeur, il y a deux postes de travail qui se font face le long d'un convoyeur de 68 pouces (173 cm) de large qui prend le matériel à traiter et le transfère jusqu'au niveau supérieur sur la courroie principale de tri. À ces deux postes de travail, les préposés ont à régulariser le débit de matériel et à retirer le linge, les boîtes et les grands morceaux de carton ou les pièces volumineuses. Dans certains cas, lorsque les objets sont attachés, ils utilisent un couteau pour les séparer (ex. ballot de papier journal).

Au deuxième convoyeur d'une largeur de 48 pouces (122 cm) par 50 pieds (1524 cm) de longueur (convoyeur principal), avec au centre un électro-aimant pour recueillir le plus gros des matériaux ferreux, il y a 15 postes répartis de chaque côté et il n'existe pas en tant que telle de rotation entre les postes (rotation sur une base volontaire).

Aux deux premiers postes qui se font face, les préposés effectuent principalement le tri du papier

brun, du carton et du papier journal et de façon occasionnelle ils retirent les morceaux de verre (blanc et couleur), les ordures ménagères, les plastiques mixtes et les pièces de métal encombrantes.

Aux trois postes (un sur un côté du convoyeur et les deux autres sur l'autre côté) suivants, les préposés doivent retirer principalement le papier journal et de façon occasionnelle le verre ainsi que le carton.

Aux deux postes suivants, les préposés se font face et ils retirent les canettes de métal, le plastique et l'aluminium ainsi que le linge.

Aux deux autres postes localisés en aval de l'électro-aimant, les préposés se font face et ce sont principalement les rejets, les sacs de plastique et les morceaux de linge qui peuvent rester qui sont retirés.

Aux deux prochains postes qui sont situés en amont de l'électro-aimant, les préposés se font aussi face et ils retirent principalement les plastiques, le verre (blanc et couleur) et l'aluminium. De plus, ils ont aussi à retirer les contenants de jus en carton ciré et les rejets lorsqu'il y en a.

Aux deux autres postes qui suivent, les préposés se font face et les principaux produits sont les rejets, le plastique et le "styrofoam". Occasionnellement, ils ont aussi à retirer des morceaux de verre et des contenants de métal (aluminium ou autres) ou de verre.

Aux deux derniers postes situés de chaque côté du convoyeur, l'on retire tout ce qui ne doit pas être mélangé au papier fin. À cet endroit, c'est donc dire que l'on retrouve du plastique mixte, du métal et du verre en moindre quantité ainsi que des rejets (ex. couche, métal et papier souillé) et du papier blanc en quantité beaucoup plus appréciable.

Au troisième convoyeur de tri, les préposés sont localisés sur une mezzanine et l'activité de tri s'effectue à raison de un ou deux jours par semaine en tenant compte du volume ou de la quantité de plastique qui est accumulé dans la trémie. Ainsi, lorsqu'il y a du triage, les préposés se positionnent le long de la courroie et dépendamment de la position qu'ils occupent, ils doivent retirer l'une ou l'autre des catégories et la projeter dans une ouverture (hauteur = 24 po. (61 cm) et largeur = 48 po. (122 cm)) qui est faite dans le mur situé de l'autre côté du convoyeur (distance 36 1/2 po.). Pour ce qui est de l'alimentation du convoyeur en produit, la première personne doit en contrôler le débit en procédant par à-coup au niveau de la commande d'un convoyeur à courroie.

Le deuxième centre de tri (centre #2) se caractérise par le fait que le matériel y est acheminé dans des camions compartimentés (triage aux différents points de collecte). Toutefois, pour ce qui est des produits à trier, à l'exception du linge, du papier et du carton, nous retrouvons les mêmes produits soient le verre, les plastiques et le métal qui sont déversés sur le plancher au point de réception.

Afin d'alimenter les postes de tri, un préposé effectue le chargement d'une trémie à l'aide d'un chargeur sur roue. De la trémie, le matériel est orienté vers la section du triage (11 postes) sur un

convoyeur principal à vitesse variable (48 pouces (122 cm)) et la première étape de tri consiste à décontaminer le matériel (travail qui s'effectue au niveau d'une mezzanine). Pour ce faire, les quatre premiers préposés (deux sur un côté et deux sur l'autre) ont à retirer les sacs, le papier journal, les rejets et les gros morceaux de plastique.

À une autre étape, toujours sur la courroie principale dans la section qui vient après l'électro-aimant, il y a deux ou trois postes (fonction des variations dans le type de matériel et des volumes) où l'on élimine les rejets, les sacs de plastique, les conserves non récupérées par l'aimant, l'aluminium, les canettes et autres.

Au niveau inférieur, il y a quatre autres postes de travail répartis sur trois convoyeurs différents. Au premier poste le préposé a à décontaminer le verre et il retire les morceaux de plastique et les rejets. Aux trois autres postes, dans un premier temps, un des préposés doit retirer les gallons de plastique et les diriger vers un autre poste et par la suite il doit aussi retirer l'aluminium consigné, le métal, les contenants en chlorure de polyvinyle (PVC) et les rejets.

À un autre poste, le préposé doit retirer les bouteilles en plastique consignées (PET), le "PET" domestique, les rejets et l'aluminium. Enfin au dernier poste, dépendamment du volume de matériel qui s'y dirige, il peut y avoir un ou deux préposés. Ces derniers ont à retirer et à diriger les produits qui seraient à trier aux deux postes précédents et ils font le triage des contenants de type "gallon de plastique" en retirant les produits incolores et en laissant passer les contenants colorés.

Pour l'ensemble des postes, il y a possibilité d'effectuer la rotation sur une base volontaire.

À ce centre, pour diriger le matériel trié vers les aires d'entreposage, cela se fait principalement par aspiration ou par jet d'air pour les plastiques et par gravité pour les autres produits.

Au troisième centre de tri (centre #3), le matériel est acheminé par des camions tasseurs qui le déversent en vrac sur le plancher. Après que le matériel soit déchargé, à l'aide d'un chargeur à benne, il est transféré sur un convoyeur qui le dirige vers l'aire de triage.

Rendu à cet endroit, pour effectuer le triage, il y a neuf préposés qui sont répartis de chaque côté le long de deux convoyeurs disposés en ligne et sur une base quotidienne, il existe un système de rotation entre les postes. Sur le convoyeur à vitesse plus lente situé en amont, la première étape consiste à effectuer le tri des matières plus volumineuses tels que le carton, le papier journal et le papier mixte (4 postes) ainsi que le verre, le métal en vrac, l'aluminium consigné, le "PET" et le "PET" consigné (1 poste). Au convoyeur suivant à vitesse plus élevée, la première étape est le retrait du plastique de catégorie # 2, le "PET" et le papier journal restant ainsi que l'aluminium (1 poste). Par la suite, à une autre étape ce sont les produits tels que le papier blanc ou plus fin et le papier journal type circulaire restant qui sont retirés (2 postes). À la dernière étape (1 poste), ce sont les contenants de métal (fer ou aluminium) qui sont retirés.

## 2.2 Microorganismes

Les prélèvements microbiens ont été réalisés en été et en hiver. Le nombre de prélèvements effectués par poste (six en tout) rejoint celui recommandé par l'ASTM (American Society for Testing and Materials) dans leur protocole E 884 - 82 intitulé: "Standard Practice for Sampling Airborne Microorganisms at Municipal Solid-Waste Processing Facilities".<sup>15</sup> Les prélèvements de microorganismes dans l'air ont été réalisés avec des impacteurs Andersen (Andersen Instruments Incorporated, Atlanta, USA), comme le recommande l'ASTM.<sup>15</sup> Le coefficient total de variation pour cette méthode est de 0,23 pour les usines de traitement de déchets.<sup>16</sup> En ce qui concerne la précision, la manipulation simultanée d'impacteurs Andersen a donné des décomptes qui indiquent une relation très forte entre eux, pour une plage de concentrations variant de  $3,9 \times 10^3$  à  $1,9 \times 10^5$  UFC/m<sup>3</sup> d'air dans les mêmes usines.<sup>15</sup> Les concentrations retrouvées dans ce projet devraient être, comme nous l'avons vu précédemment, du même ordre.

Les microorganismes mesurés dans l'air et les milieux de culture utilisés ont été les suivants:

- Le SDA (Sabouraud dextrose agar, Laboratoires Quelab, Montréal, Qc, Canada) incubé à 25°C pendant sept jours pour les moisissures en général;
- Le TSA (Trypticase soya agar, Laboratoires Quelab, Montréal, Qc, Canada) incubé à 37°C pendant 48 heures pour les bactéries totales, et,
- Le MacConkey (Laboratoires Quelab, Montréal, Qc, Canada) incubé à 37°C pendant 48 heures pour les bactéries Gram négatives.

Les bactéries Gram négatives ont été mesurées au lieu des endotoxines car la méthodologie pour évaluer ces dernières était encore en développement à l'IRSST. Les prélèvements ont été effectués en position fixe, à 1,5 mètre de hauteur, à chacun des postes de travail ou sections d'usine. Il y avait environ cinq (5) postes de travail, incluant l'air extérieur qui a servi de contrôle de comparaison. L'ASTM recommande de prendre ces prélèvements extérieurs à 300 mètres en amont de l'usine et à 100 mètres, en aval, suivant la direction du vent.<sup>15</sup> Les débits des pompes ont été mesurés sur le site et ajustés à 28 L/min avec un débitmètre de marque Kurz (Kurz Instruments Inc., Carmel Valley, CA). Les impacteurs ont été désinfectés à chacun des postes avec de l'alcool isopropylique 70 %. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de microbiologie de l'IRSST en utilisant les méthodes standards.

## 2.3 Agents chimiques

Les agents chimiques associés aux émissions des moteurs diesels et aux chariots-élévateurs ont été mesurés en station fixe, à une hauteur de 1,5 m, en continu, pendant une journée, aux endroits stratégiques, avec des instruments à lecture directe reliés à des accumulateurs de données. Les interventions ont eu lieu en été, lorsque la quantité de déchets à trier était maximale, et en hiver, sous des conditions de ventilation différentes. L'anhydride carbonique (CO<sub>2</sub>) et le CO ont été mesurés

avec un moniteur spectroscopique photo acoustique (Multigaz, Model 1302, Brüel and Kjaer, Pointe-Claire, Qc, Canada) ayant une limite de détection de 3 ppm pour le CO<sub>2</sub> et de 0,15 ppm pour le CO. Le NO et le NO<sub>2</sub> ont été mesurés avec des moniteurs personnels à piles électrochimiques (Toxilog, Biosystems inc., Middlefield, CT). Les limites de détection sont de 0,1 ppm pour le NO<sub>2</sub> et de 1,0 ppm pour le NO.

Les poussières ont été prélevées aux endroits stratégiques sur des filtres en chlorure de polyvinyle de porosité de 0,8 micromètre (µm) (Omega Specialty Instruments Co., Chelmsford, MA), avec des pompes à haut débit (Gilian Instruments Corp., Wayne, NJ) et quantifiée par gravimétrie. La limite de détection est de 25 µg et le coefficient de variation total pour cette méthode est moins de 7%.<sup>17</sup> Le débit des pompes étaient environ 2L/min et les temps d'échantillonnage pour chaque filtre d'environ deux heures. Les débits ont été mesurés sur le site avec un débitmètre modèle Gilibrator (Gilian Instruments corp., Wayne, NJ).

## 2.4 Agents physiques

Malgré le fait qu'il ne s'agisse que d'évaluations préliminaires, certains agents physiques ont été mesurés au département du tri. Afin d'obtenir les niveaux sonores ambiants lors des opérations normales, le bruit a été mesuré avec des dosimètres Brüel and Kjaer, modèle 4436 (Brüel and Kjaer, Pointe-Claire, Qc, Canada), en station fixe, sur des préposés.

Les champs magnétiques statiques émis par les aimants utilisés pour recueillir le métal ont été mesurés avec un Tesla mètre modèle 4048 (F.W. Bell, Orlando, FL). La précision de cet appareil est de ±2% de la lecture.

L'éclairage a été mesuré à la hauteur des convoyeurs avec un luxmètre digital Hagner, modèle E2 (Optikon Corp. Ltd., Waterloo, Ontario, Canada). La précision de cet appareil est de ± 3 %.

Les vibrations globales du corps au plancher du département du tri ont été mesurées au centre #1 selon l'axe des X (transversale, perpendiculaire au déplacement du convoyeur), l'axe des Y (longitudinale, parallèlement au déplacement du convoyeur) et l'axe des Z (verticale). Un accéléromètre triaxial B&K 4321 (Brüel and Kjaer, Pointe-Claire, Qc, Canada) a été utilisé pour effectuer les mesures. Les signaux vibratoires ont par la suite été amplifiés dans des amplificateurs de charge B&K 2635 (Brüel and Kjaer, Pointe-Claire, Qc, Canada) reliés à un enregistreur numérique Sony DAT 808 (Sony Magnescale inc., Tokyo, Japan) permettant un enregistrement simultané en continu des différents canaux de mesure. Le coefficient de variation total pour cette méthode est de ± 5 %.

Les résultats des mesures des microorganismes, des agents chimiques et des agents physiques ont permis de faire les comparaisons avec les normes d'exposition existantes<sup>18, 19</sup> ou niveaux d'exposition recommandés.<sup>3,8-13-20</sup>

## 2.5 Étude ergonomique

Le volet ergonomique a consisté à réaliser, dans un premier temps, un diagnostic ergonomique basé sur une approche systémique qui tient compte de tous les aspects de la situation de travail (aménagement, communications (niveaux de bruit), organisation de travail, etc.). Par la suite, il y a eu une étape de recherche de solutions.

La démarche utilisée a été la suivante:

- Examen des dossiers d'accidents et d'incidents disponibles dans les entreprises.
- Entrevues avec les gestionnaires. Ces entrevues ont servi à mieux connaître le procédé mais également l'organisation temporelle du travail, les modes opératoires, les principales variations au niveau des conditions de production, les procédures visant la sécurité et l'entretien des équipements et la perception des gestionnaires sur les contraintes ergonomiques dans leur établissement.
- Des entretiens ont été réalisés avec tous les travailleurs de chaque centre pour obtenir leur perception des différentes contraintes à leur poste (annexe A). Ainsi, pour chacune des activités de travail inventoriées (recherche et prise d'un objet sur le convoyeur, dépose ou évacuation du produit, nettoyage des équipements ou de l'aire de travail et récupération des produits dans les contenants) le/les travailleurs étaient amenés à s'interroger sur la posture de travail, les conditions ambiantes, les risques de heurts ou de chutes, le port de gants (qualité de protection, dextérité, etc.), la communication (auditive, visuelle) et la localisation des ressentis de la douleur.
- Enquête auprès d'une vingtaine de travailleurs sur les symptômes ressentis à l'aide d'un questionnaire (annexe C).
- Analyse ergonomique. Cette analyse a comporté les aspects suivants:
  - À l'aide d'un dynamomètre, mesure des efforts à générer et comparaison des valeurs obtenues avec les critères de référence applicables.
  - Analyse posturale du dos et des membres supérieurs à partir de séquences vidéo sur des travailleurs de taille différente (petit, moyen et grand) et selon les orientations différentes (avant, arrière, gauche et droite).
  - Analyse dimensionnelle des postes de travail et mise en relation avec les postures de travail adoptées. En collaboration avec les travailleurs, détermination des dimensions d'aménagement jugées acceptables.

- Observations des variations de l'activité de travail à l'aide d'observations in situ et/ou de prise vidéo et détermination des caractéristiques temporelles de travail (temps de cycle, etc.).
- Identification des autres contraintes (utilisation d'outils, risque de chute, etc.).
- Une deuxième série d'entretiens a été réalisée afin de solliciter l'avis des travailleurs sur les résultats de l'analyse ergonomique et de voir si cela correspond à leur réalité (rencontre de validation). On a cherché également à obtenir des suggestions pour rechercher des solutions et améliorer la situation de travail.
- La dernière étape a consisté à comparer ce qui a été fait dans les différents centres, à voir quels sont les obstacles à l'application de solutions et si certaines solutions pourraient être applicables pour d'éventuelles usines.

### **3. Résultats**

Les tableaux 1 à 6 donnent les résultats d'analyse des prélèvements d'air dans les trois centres. Entre autres, sont retrouvées dans les tableaux 1 à 3 les différences statistiquement significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre les concentrations moyennes de moisissures et celles retrouvées à 300 mètres en amont de l'usine, dans la direction du vent. Les tableaux 4 à 6 donnent les résultats des mesures des agents chimiques. Le tableau 7 donne les niveaux moyens obtenus des mesures des agents physiques aux départements du tri. Les tableaux 8 à 31 donnent les résultats obtenus de l'étude ergonomique.

#### **3.1 Étude ergonomique**

Vous trouverez dans le texte qui suit l'état des situations qui prévalaient lors de notre étude.

##### **3.1.1 Population de travailleurs et postes de travail**

Lors de la visite effectuée pour la collecte des données, la population de travailleurs en poste était de 20 travailleurs pour le centre de tri # 1, de 11 travailleurs pour le centre de tri # 2 et de 9 pour le centre de tri # 3.

Dans l'ensemble, pour chacun des deux premiers centres, les travailleurs avaient une expérience de 6 à 8 mois et pour le troisième centre elle était de 18 à 24 mois.

Le tableau 8 présente les caractéristiques de ces populations en terme de taille, de sexe et d'activité de triage à effectuer au poste de travail (tri principal à faire).

##### **3.1.2 Activité, rythme et posture de travail**

Pour chacun des centres de tri, de façon à éliminer l'influence des variations que l'on retrouve dans

la composition du matériel sur l'activité de travail qui est observée aux différents postes, les résultats de la compilation vidéo qui a été faite pour chacun des postes de travail ont été intégrés en tenant compte des particularités qu'il y a dans l'organisation du travail et/ou la position relative du travailleur.

### **Centre de tri # 1**

Ce centre de tri se caractérise par le fait qu'on y retrouve vingt postes de travail. Les sections qui suivent présentent donc un court descriptif du travail qui est à accomplir et les résultats de la compilation vidéo qui permettent de situer le niveau de sollicitation aux membres supérieurs en terme de rythme de travail et de posture de travail.

#### **Courroie d'approvisionnement**

À ces deux postes, les travailleurs doivent principalement retirer les gros morceaux de carton, vidanger les sacs ou les boîtes et contrôler le niveau d'accumulation qu'il y a sur la courroie pour ainsi en régulariser le débit et éviter qu'il y ait un trop grand volume qui se retrouve sur la courroie de tri principal qui est localisée au niveau supérieur. Le tableau 9 décrit le rythme et le tableau 10 la posture de travail pour ces deux postes.

#### **Poste de triage sur la courroie principale**

Quinze postes sont répartis de chaque côté le long de cette courroie et dans l'ensemble ils ont à retirer le carton, le papier journal, le verre, le papier fin, le linge, l'aluminium et le plastique en vrac.

Les tableaux 11 et 12 présentent les caractéristiques en terme de rythme et de posture de travail.

#### **Triage des plastiques**

Après que les plastiques soient retirés en vrac de la courroie principale, ils sont dirigés par convoyeur vers une trémie d'accumulation et lorsqu'il y a suffisamment de volume l'on procède alors au triage.

Lors de la période d'observation, il y avait trois personnes assignées à ce travail le long de la courroie qui achemine par à-coup de la gauche vers la droite le matériel à chacun des postes.

Au premier poste, la personne doit contrôler l'approvisionnement en matériel et retirer les plastiques de la catégorie # 2 (contenant type gallon d'eau de javel, etc.) et l'aluminium non consigné.

Au deuxième poste, la personne doit retirer les plastiques épais, les bouteilles non transparentes, les plastiques de la catégorie # 2, l'aluminium consigné et l'aluminium non consigné.

Enfin, au troisième poste, les retraits se font principalement pour le plastique de la catégorie # 1 "PET" (bouteille consignée et non consignée).

Les tableaux 13 et 14 donnent encore une fois les caractéristiques en terme de rythme et de posture.

### **Centre de tri # 2**

À ce centre, les activités de triage sont divisées en quatre secteurs et pour chacun, il y a des variations au niveau des produits à retirer et du nombre de travailleurs qui y sont assignés. De plus, pour cet endroit il faut aussi souligner qu'en tant que tel l'on n'y traite pas les produits comme le carton et les papiers.

#### **Premier secteur**

Pour ce secteur, lors de la période de collecte des données, il y avait cinq travailleurs qui effectuaient le triage aux différents postes et leur objectif est de décontaminer le matériel en retirant les sacs, le papier journal, le papier, les rejets. De plus, de façon occasionnelle, ils ont aussi à retirer les gros morceaux de plastique ou de métal. Les tableaux 15 et 16 présentent les résultats de la compilation pour l'ensemble de ces postes.

#### **Deuxième secteur (poste # 6)**

Pour ce secteur il n'y a qu'un travailleur qui est assis et sa fonction est de retirer les rejets ou le plastique qui se retrouvent sur le convoyeur d'évacuation du verre. Les résultats de la compilation pour le rythme de travail et de la posture sont donnés aux tableaux 17 et 18.

#### **Troisième secteur (poste # 7)**

De façon générale, il n'y a qu'un travailleur placé à la sortie d'un séparateur volumétrique et celui-ci doit retirer l'aluminium consigné, le métal, le PVC et les transférer sur un convoyeur. De plus il doit aussi retirer les contenants incolores type "quatre litres" et les rejets lorsqu'il y en a. Les tableaux 19 et 20 donnent la compilation du rythme et de la posture pour ce poste.

#### **Quatrième secteur**

Dans ce secteur, il y a deux postes de travail où les travailleurs doivent retirer les contenants type quatre litres, l'aluminium consigné, le métal, le PVC, le PET, les contenants en polyéthylène à faible densité (LDPE) et les rejets pour les diriger vers un contenant, un convoyeur ou une chute. De plus, un des travailleurs a aussi à intervenir de façon aléatoire avec la main ou un manche à balai pour débloquer le matériel qu'il y a dans le séparateur. Le rythme et la posture pour ce poste sont donnés aux tableaux 21 et 22.

### **Centre de tri # 3**

Le principal élément qui caractérise ce centre est celui du regroupement des travailleurs (9 postes) dans un même endroit où ils effectuent en une seule étape, le triage de l'ensemble des produits.

Ainsi, en tenant compte de la position relative des travailleurs le long du convoyeur, les tableaux 23 et 24 présentent les résultats de la compilation.

### **3.1.3 Caractéristiques d'aménagement des postes de travail**

Pour chacun des différents aménagements que l'on retrouve aux centres de tri étudiés, tout en tenant compte des activités à réaliser et du positionnement relatif des points d'intervention, lors des périodes de collecte de données, il a été possible d'effectuer un relevé des variables qui sont reconnues comme étant caractéristiques d'un poste de travail (hauteur, éloignement frontal, éloignement latéral). Les tableaux 25 à 27 présentent les résultats de cet exercice pour chacun des centres de tri.

### **3.1.4 Activité de travail et douleur ressentie**

Avec la participation d'une vingtaine de travailleurs possédant des caractéristiques variées (réf. taille, sexe et ancienneté) de chacun des centres de tri, il a été possible de faire ressortir la proportion de la population de travailleurs qui rapporte de la douleur, d'en faire la répartition en fonction des parties du corps et globalement, pour l'ensemble des travailleurs, d'en situer l'importance relative en fonction de la taille. Pour chacune des journées de travail (une semaine), les travailleurs devaient compléter un formulaire à la fin de chacune des périodes de travail (avant la pause de l'avant-midi, avant le repas du midi, avant la pause de l'après-midi et à la fin de la journée) en y indiquant la partie du corps où il y a eu de la douleur (annexe C). Le tableau 28 présente les résultats de cet exercice.

### **3.1.5 Effort physique**

Pour ce travail, puisque les besoins d'effort qui sont nécessaires pour effectuer la manutention du produit sont de faibles intensités, en considérant la forte proportion des douleurs qui sont localisés au niveau du dos, nous avons retenu les besoins d'effort statique qui sont à générer pour le maintien de la posture penchée (flexion avant du dos et moment résultant) et les besoins d'effort de rétention avec le bras lorsque l'accumulation de matériel sur la courroie est trop importante. Le tableau 29 présente le résultat des estimations qui ont été faites pour des travailleurs différents et des postures différentes.

### **3.1.6 Statistiques d'accident**

Lors des visites aux différents centres de tri, il a été possible de consulter le registre des accidents et d'en faire la compilation et de mettre en place un processus de relevé statistique sur une période représentative de travail. Les données n'étaient disponibles que pour un centre seulement, soit le centre #3.

### **3.1.7 Registre des accidents**

Considérant les limites de l'information disponible dans le registre des accidents du centre #3, la compilation est orientée de façon à faire ressortir les types de lésion et les parties du corps qui sont

touchées (tableau 30).

En utilisant le nombre d'événements rapportés sur 35 semaines pour les neuf travailleurs de ce centre et en considérant que ces derniers effectuent 32.5 heures de travail par semaine, il est alors possible d'en estimer le taux de fréquence (T.F.).

$$\text{T.F.} = \frac{\text{Nombre d'accidents} \times \text{nombre heure/an/travailleur}}{\text{nombre total d'heures travaillées}}$$

$$\text{T.F.} = \frac{33 \times 1625}{10238} = 5.2 \text{ accidents par travailleur par an}$$

### 3.1.8 Relevé des accidents

À notre demande, le chef d'équipe a comptabilisé les événements sur une période de six semaines. Le tableau 31 présente le résultat de la compilation statistique de ces accidents qui se sont produits au triage.

En considérant que pour la période où s'est fait le relevé, les dix-sept travailleurs ont effectué 3825 heures de travail et que dans cette même période il y a eu 17 accidents; c'est donc dire que le taux de fréquence uniformisé (T.F.) sur un an (37.5 heures/semaine) de travail pour un travailleur serait de 8.3 accidents.

$$\text{T.F.} = \frac{17 \times 1875}{3825} = 8.3 \text{ accidents par travailleur par an}$$

## 4. Discussion

### 4.1 Microorganismes

Les tableaux 1 à 3 démontrent qu'au niveau microbien, pendant l'été, la qualité de l'air de l'environnement extérieur n'est pas influencée par les opérations effectuées dans les centres de tri, et ce à 100 mètres en aval, dans la direction du vent. En hiver, selon le protocole de l'ASTM, il n'est pas conseillé de faire des prélèvements microbiens à l'extérieur car la température est trop froide.<sup>15</sup> Ces tableaux démontrent aussi que les nombres de prélèvements (n) ne sont pas toujours égaux à celui souhaité, soit six. Il est normal de rencontrer cette situation causée soit par la présence de microorganismes envahissants rendant les dénombrements impossibles ou par le mauvais fonctionnement d'une pompe d'échantillonnage. Le fait de prendre six échantillons permet donc un certain contrôle sur ces situations indésirables.

Les résultats obtenus dans les différents départements des centres de tri sont discutés dans les lignes suivantes.

#### 4.1.1 Bactéries totales

En été, les concentrations moyennes de bactéries totales étaient supérieures au niveau moyen suggéré pour huit heures de 10 000 UFC/m<sup>3</sup> d'air pour ce genre d'activité, aux réceptions des centres 1 et 3, aux tris des trois centres et aux expéditions des centres 1 et 3. Elles variaient de 8 330 ( $\pm$  2 150) UFC/m<sup>3</sup> d'air à la réception du centre #1 jusqu'à 21 900 ( $\pm$  1 640) UFC/m<sup>3</sup> d'air au centre de tri #3 (réf. tableaux 1 à 3). Toutefois, pendant l'hiver, elles étaient toutes inférieures au niveau suggéré.

La documentation se rapportant aux centres de tri-compostage fait état de concentrations de bactéries totales plus grandes ou égales à 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air.<sup>4,8,9,21</sup> Les concentrations mesurées dans cette étude pendant l'été étaient donc du même ordre. L'entreposage et la manipulation du matériel à recycler semblaient donc constituer une source majeure de bactéries totales pendant l'été.

#### 4.1.2 Bactéries Gram négatives

Lorsque les concentrations moyennes de bactéries Gram négatives ont été comparées au niveau suggéré de 1 000 UFC/m<sup>3</sup> d'air pour une exposition de huit heures, seul le département du tri du centre #2 dépassait cette valeur avec une concentration moyenne de 3 280 ( $\pm$  2 500) UFC/m<sup>3</sup> d'air. Toutefois, des concentrations moyennes de cet ordre ont déjà été mesurées dans d'autres études dans des centres de recyclage.<sup>4,9,22</sup> Il est possible que le manque d'entretien général au département du triage du centre #2 en soit la cause.

#### 4.1.3 Moisissures

Des concentrations moyennes de moisissures plus grandes, d'une façon statistiquement significative, que celles mesurées dans l'air extérieur en amont ont été mesurées dans tous les départements des centres # 1 et 3 et seulement au triage du centre # 2 pendant l'été (réf. tableaux 1 à 3). Les concentrations moyennes maximales étaient de l'ordre de 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air. Des concentrations semblables ont déjà été mesurées dans d'autres études sur le sujet.<sup>4,9,21,22</sup>

L'exposition aux spores de moisissures a été reliée à des alvéolites allergiques et au STEPO.<sup>23</sup> L'inhalation des spores et de propagules fongiques peut avoir d'autres effets que la stimulation d'une réaction allergique. L'expression "mycotoxicose pulmonaire" est utilisée pour désigner un groupe de maladies causées par des mycotoxines, endotoxines et d'autres facteurs.<sup>24</sup> Toutefois, il n'est pas encore connu dans quelle mesure la présence de mycotoxine peut contribuer à la capacité des spores ou propagules de provoquer la maladie et comment l'inhalation de produits volatils émis par les moisissures peut affecter les humains.<sup>24</sup>

#### 4.2 Agents chimiques

Les agents gazeux et particulaires ont été mesurés dans les mêmes départements que les microorganismes (réf. tableaux 4 à 6). Le seul contaminant mesuré à des concentrations moyennes supérieures à 50% mais inférieures à la VEMP a été le CO aux départements du tri des centres #1

et 2.<sup>18</sup> La source de ce contaminant est l'utilisation des chariots-élévateurs au propane à la réception et à l'expédition. En effet, le monoxyde de carbone est souvent rencontré à des concentrations élevées lorsqu'on utilise des chariots-élévateurs au propane mal ajustés.<sup>25</sup> Le CO pénètre dans ces départements à cause de la présence d'une pression négative et d'un manque d'aération efficace de ces locaux.

### **4.3 Agents physiques**

Les résultats préliminaires des mesures de certains agents physiques sont donnés au tableau 7. Comme le démontre ce tableau, le bruit dépasse la VEMP au centre #2. Il s'agit donc d'un agresseur éventuel dans les centres de tri. Les niveaux d'éclairage étaient supérieurs au niveau minimal recommandé de 200 lux dans les trois centres. Enfin, les champs magnétiques statiques et les vibrations globales du corps ne semblent pas constituer de problèmes potentiels.

### **4.4 Étude ergonomique**

En utilisant les critères que l'on retrouve dans la documentation de référence et en les appliquant aux variables de contrôle présentées dans les sections précédentes portant sur l'ergonomie, l'analyse des données a permis d'identifier les problématiques potentielles se rapportant aux activités de triage et d'en situer le niveau d'exigence par rapport aux différents regroupements que l'on retrouve dans la population des travailleurs. Ces données sont rapportées aux tableaux 32 à 36.

#### **4.4.1 Posture de travail**

Le principe selon lequel l'amplitude active de déplacement dynamique d'un membre à son articulation doit se situer à environ 50 % de la plage maximale moyenne a été appliqué pour chacune des articulations et chacune des orientations de déplacement.<sup>26,27</sup> Le tableau 32 reproduit les valeurs de référence utilisées.

Ainsi, compte tenu des nombreuses variations qui sont observées dans la façon d'effectuer le travail et de se positionner par rapport au point de prise ou de dépose, en considérant que lors des périodes de collecte des données les travailleurs utilisaient des plates-formes pour palier aux difficultés d'atteinte des points d'intervention, pour chacun des centres de tri et chacun des secteurs qu'on y retrouve, l'analyse des données permet d'identifier les articulations où il y a dépassement de la plage de référence et d'en situer le niveau relatif de pénibilité par rapport à l'amplitude maximale moyenne.

#### **Centre de tri # 1 (secteur de la courroie d'approvisionnement)**

Aux deux postes de travail de ce secteur nous obtenons que :

- En flexion latérale, dans certains cas pour le dos, la plage de référence est excédée pour atteindre 75 % de la plage maximale moyenne.

- Pour le cou, en rotation la plage de référence se situe à la limite.
- Pour l'épaule, il y a dépassement occasionnel de la plage de référence en flexion (64 %) et lors de la dépose; pour la rotation externe (88 %) comme pour l'abduction (67 %), le dépassement est continu.
- Pour le coude, en flexion, il y a dépassement occasionnel (63 %).
- En pronation, pour les avant-bras, les dépassements atteignent 77 % de la plage maximale.
- Pour les poignets, en déviation cubitale il y a aussi un dépassement occasionnel qui atteint 63 % de l'amplitude maximale moyenne.

Ainsi, pour ce secteur, il est permis de constater qu'en terme d'inconfort postural ce sont les épaules, le dos et les avant-bras qui sont potentiellement les plus exposés.

### **Centre de tri # 1 (secteur de tri principal)**

Ce secteur se caractérise par le fait qu'on y retrouve la plus forte concentration des travailleurs et en comparant les plages d'amplitude observées aux plages d'amplitude de référence (réf. tableau 32), nous obtenons que:

- Pour le dos, en flexion avant comme en flexion latérale, il y a dépassement occasionnel de la plage de référence (prise d'un objet éloigné ou dépose d'un objet dans un contenant au niveau du plancher) pour atteindre 64 à 75 % de l'amplitude maximale moyenne.
- Pour le cou, en rotation comme en flexion cela se situe à la limite.
- Pour les épaules, pour l'une ou l'autre des orientations en abduction, adduction, extension comme en rotation interne ou externe, cela excède la plage de référence pour atteindre respectivement 94 %, 89 %, 75 %, 92 % et 88 % de l'amplitude maximale.
- Pour les coudes, il y a aussi dépassement occasionnel de la plage de référence pour atteindre 85 % de l'amplitude maximale moyenne.
- Pour les avant-bras (pronation/supination), pour environ 50 % des prises d'action, il y a dépassement de la plage de référence et dans certains cas, cela peut atteindre 77 à 79 % de l'amplitude maximale.
- Pour les poignets, il n'y a que la déviation cubitale qui excède occasionnellement la plage de référence pour se retrouver à 63 % de l'amplitude maximale moyenne.

De façon globale, pour ce secteur, ce sont donc les articulations de l'épaule, de l'avant-bras, du coude

et du dos (flexion latérale) qui sont les plus exposées en terme de rapprochement des amplitudes maximales de déplacement du membre à son articulation.

### **Centre de tri # 1 (secteur plastique)**

Aux trois postes de travail de ce secteur nous obtenons que:

- Pour le dos, en flexion avant cela se situe à la limite et occasionnellement, il y a dépassement de la plage de référence (64 % de l'amplitude maximale moyenne). En flexion latérale, il y a aussi un dépassement occasionnel qui peut atteindre 75 % de l'amplitude maximale.
- Pour le cou, en flexion comme en rotation, cela se situe à la limite.

Pour les épaules, lorsque le déplacement du bras se fait en flexion, en abduction, en adduction ou en rotation interne, il y a dépassement occasionnel de la plage respective de référence et cela peut atteindre 64 %, 67 % et 92 % de l'amplitude maximale.

- Pour les coudes, il y a un léger dépassement occasionnel qui atteint 63 % de l'amplitude maximale.
- Pour les avant-bras, en pronation il y a aussi un dépassement occasionnel qui atteint 77 % de l'amplitude maximale.
- Pour les poignets, en flexion comme en déviation cubitale, lorsqu'il y a dépassement cela peut atteindre 67 % et 63 % de l'amplitude maximale moyenne.

Il est permis de constater que ce sont les épaules, les avant-bras et les poignets qui ressortent comme ayant le plus haut niveau de rapprochement de l'amplitude maximale de déplacement.

### **Centre de tri # 2 (secteur de décontamination)**

Pour ce secteur et les cinq postes de travail qu'on y retrouve, en partant de la plage d'amplitude qui est observée à chacune des articulation nous obtenons que:

- Pour le dos, en rotation cela atteint la limite supérieure de la plage de référence et en flexion avant lorsqu'il y a dépassement, cela atteint 64 % de l'amplitude maximale moyenne.
- Pour le cou, en flexion comme en rotation, cela peut atteindre la limite supérieure de la plage de référence.
- Pour les épaules, en flexion ou extension, rotation interne ou externe et en abduction; il existe des moments où cela se situe à la limite supérieure de la plage de référence ou qu'il y a des dépassements qui atteignent 85 % à 88 % de l'amplitude maximale moyenne.

- Pour les coudes, il y a des dépassements occasionnels de la plage de référence qui atteignent 63 % de l'amplitude maximale.
- Pour les avant-bras, en pronation, dans certaines conditions de prise ou de dépose, cela excède la limite supérieure de la plage de référence pour atteindre 77 % de l'amplitude maximale.
- Pour les poignets, en flexion comme en déviation cubitale, cela atteint la limite supérieure de la plage de référence.

Pour ce secteur, il est possible de situer plus particulièrement l'existence de contraintes posturales aux niveaux des articulations de l'épaule, de l'avant-bras et du dos.

### **Centre de tri # 2 (secteur de décontamination du verre)**

Pour ce secteur où il n'y a qu'un poste, le travailleur est assis et compte tenu des plages d'amplitudes qui sont observées aux différentes articulations, nous obtenons que:

- Lors de la dépose d'un objet, pour les épaules, en rotation interne comme en extension, il y a un dépassement de la limite supérieure de la plage de référence qui atteint 75 à 92 % de l'amplitude maximale de déplacement.
- Pour les coudes en flexion et les avant-bras en pronation, il y a aussi un dépassement de la plage de référence qui atteint 63 à 76 % de l'amplitude maximale.

Ainsi, nous retrouvons qu'il existe une sollicitation plus marquée aux niveaux des épaules et des avant-bras.

### **Centre de tri # 2 (secteur plastique et aluminium)**

Dans ce secteur il y a trois postes de travail et si l'on considère les plages d'amplitudes qui ont été observées lors de la période de recueil des données, nous obtenons que:

- Pour le dos, avec des amplitudes maximales de 45° en flexion avant ou en rotation et de 30° en flexion latérale, c'est donc dire que dans certaines situations les déplacements excèdent la limite supérieure de la plage de référence et se retrouvent à environ 64 à 15 % de l'amplitude maximale moyenne.
- Pour le cou, cela se situe à la limite supérieure de la plage de référence.
- Pour les épaules, lorsque les déplacements excèdent la plage de référence, cela se situe entre 64 à 92 % de l'amplitude maximale en flexion, rotation interne et rotation externe.

- Pour les coudes, en flexion cela atteint 63 % de la plage maximale.
- Pour les avant-bras, en supination c'est à la limite supérieure de la plage de référence et en pronation il y a un dépassement qui peut atteindre 77 % de l'amplitude maximale.
- Pour les poignets, cela se situe à l'intérieur de la plage de référence en flexion, extension ou en déviation cubitale.

Ainsi, pour ces postes, ce sont les épaules, les avant-bras et le dos qui sont les articulations où l'on retrouve un plus grand rapprochement de l'amplitude maximale moyenne.

### **Centre de tri # 3**

À ce centre de tri, il n'y a qu'un secteur qui regroupe neuf travailleurs et pour l'ensemble de cette équipe nous obtenons que:

- Pour le dos, en flexion avant, lorsqu'il y a dépassement de la limite supérieure de la plage d'amplitude cela peut atteindre 64 % de l'amplitude maximale.
- Pour le cou, en flexion comme en rotation c'est à la limite supérieure de la plage d'amplitude de référence.
- Pour les épaules, lorsque les mouvements en abduction, adduction, en rotation interne ou externe excèdent la plage de référence, nous atteignons des niveaux de 63 à 92 % de l'amplitude maximale.
- Pour les coudes, l'amplitude extrême peut atteindre 63 % de l'amplitude maximale à l'articulation.
- Pour les avant-bras, en pronation comme en supination, il y a des dépassements occasionnels de la plage de référence qui atteignent 75 à 80 % de l'amplitude maximale.
- Pour les poignets, en flexion il y a dépassement occasionnel de la plage de référence (66 % de l'amplitude maximale).

L'ensemble de ces constats fait donc ressortir qu'à ces postes ce sont surtout les épaules, les avant-bras et les poignets qui sont les plus sollicités en terme du plus important rapprochement de la limite supérieure de l'amplitude maximale de déplacement.

#### **4.4.2 Aménagement physique**

Pour effectuer un travail, de façon générale, la posture adoptée par un travailleur est dépendante des

dimensions relatives retrouvées au niveau de l'aménagement physique du poste de travail et de la taille du travailleur. Ainsi, pour chacun des convoyeurs spécifiques aux centres de tri visités, le tableau 33 présente les caractéristiques d'aménagement ainsi que les critères de référence qui seront utilisés dans l'évaluation.

Pour chacune des variables de contrôle, en se reportant aux valeurs du tableau précédent, nous obtenons que:

- Niveau de la hauteur des plans de travail, pour le centre de tri # 1
  - La hauteur de prise sur le convoyeur # 1 ou de dépose dans la chute correspond à la limite supérieure pour un travailleur de 170 cm (67 po.).
  - La hauteur de prise dans la partie basse du convoyeur # 2 (concave) se situe à la limite supérieure de la plage de référence pour un travailleur de 152 cm (60 po.) et dans la partie haute de l'accumulation; cela excède la limite supérieure pour un travailleur de 185 cm (73 po.).  
  
Pour la dépose, cela correspond à la limite supérieure d'un travailleur de 170 cm (67 po.).
  - Pour le convoyeur # 3, le point de prise dans la partie supérieure d'une accumulation se situe à la limite supérieure pour un travailleur de 158 cm (62 po.).
- Niveau de la hauteur des plans de travail pour le centre de tri # 2
  - La hauteur de prise dans la partie haute de l'accumulation du convoyeur # 1 correspond à la limite supérieure de la plage de référence d'un travailleur de 185 cm (73 po.).  
  
Pour la dépose, à l'exception de la hotte de captation qui est à 166 cm (65 1/2 po.), les hauteurs des différents points de chute peuvent être considérées comme étant acceptables.
  - Pour le convoyeur # 2, la hauteur de prise est sous la limite inférieure d'un travailleur de 158 cm (62 po.) et pour la dépose, c'est à la limite supérieure de la plage de référence pour un travailleur de 152 cm (60 po.).
  - Pour le convoyeur # 3, la hauteur du point de prise ou de dépose se retrouve dans la plage de référence (65 à 95 cm pour un poste assis normal) qui est à préconiser pour l'ensemble d'une population de travailleurs.
  - La hauteur de prise au convoyeur # 4 excède la limite supérieure pour un travailleur

de 170 cm (67 po.) et pour la dépose c'est à la limite supérieure.

- Pour la prise d'un objet sur le convoyeur # 5, la hauteur correspond à la limite supérieure pour un travailleur de 162 cm (64 po.) et pour la dépose, compte tenu que les objets sont projetés; c'est donc dire que la hauteur de dépose correspond au niveau de la main (bras à 90° avec avant-bras).

- Niveau de la hauteur des plans de travail, pour le centre de tri # 3.

- Pour la prise d'un objet sur le convoyeur # 1, dans la partie basse de la courroie, la hauteur est sous la limite inférieure d'un travailleur de 152 cm (60 po.) et pour la partie supérieure de l'accumulation cela correspond à la limite supérieure d'un travailleur de 170 cm (67 po.).

Pour la dépose, cela correspond à la limite inférieure de la plage de référence d'un travailleur de 152 cm (60 po.).

- Pour le convoyeur # 2, la prise d'un objet s'effectue à un niveau qui varie entre la limite inférieure et supérieure d'un travailleur de 152 cm (60 po.) et pour la dépose, c'est à la limite supérieure de cette même plage de référence.

- Niveau de l'éloignement frontal des points d'intervention, pour le centre de tri # 1.

- Aux convoyeurs # 1, # 2 et # 3, les points de prise qui sont localisés dans la deuxième demie distance excèdent et peuvent même aller jusqu'à doubler la limite supérieure de l'ensemble des travailleurs.
- Pour la dépose, au convoyeur # 3, les points de chute sont situés à environ trois fois la limite supérieure d'un travailleur de 185 cm (73 po.) et cela oblige à effectuer les retraits par projection de l'objet.

- Niveau de l'éloignement frontal des points d'intervention, pour le centre de tri # 2.

- Pour la prise d'un objet, la partie qui excède la limite supérieure des travailleurs peut atteindre le double de la limite d'un travailleur de 152 cm (60 po.).
- Pour la dépose dans certaines chutes des convoyeurs # 1, # 3, # 4 et # 5, il y a un dépassement important de la limite supérieure avant pour l'ensemble des travailleurs et cela les oblige à procéder par projection.

- Niveau de l'éloignement frontal des points d'intervention, pour le centre de tri # 3.

- La prise d'un objet sur les convoyeurs # 1 et # 2 peut atteindre le double de la plage

de référence d'un travailleur de 152 cm (60 po.).

- La dépose dans les contenants d'appoints excède par un facteur de trois la limite supérieure qui est établie vers l'arrière du travailleur.
- Niveau de l'éloignement latéral des points d'intervention, pour le centre de tri # 1.
  - Pour la prise d'un objet sur les convoyeurs # 1 et # 2, dépendamment où se situe le travailleur par rapport à l'objet, il y a dépassement par un facteur de deux à trois fois la limite supérieure d'un travailleur de 185 cm (73 po.).
  - Pour la dépose aux convoyeurs # 1, # 2 et # 3, cela excède la limite supérieure pour l'ensemble des travailleurs.
- Niveau de l'éloignement latéral des points d'intervention, pour le centre de tri # 2.
  - La prise d'un objet sur les convoyeurs #1, #2, #4 et #5 peut atteindre jusqu'à deux fois la limite supérieure d'un travailleur de 185 cm (73 po.).
  - Pour la dépose d'un objet aux convoyeurs # 1, # 2, # 4 et # 5, cela varie de la limite supérieure d'un travailleur de 152 cm (60 po.) jusqu'à quatre fois la limite supérieure d'un travailleur de 185 cm (73 po.).
- Niveau de l'éloignement latéral des points d'intervention, pour le centre de tri # 3.
  - Dépendamment de la position relative du travailleur, pour la prise d'un objet sur les convoyeurs #1 et # 2, cela peut atteindre jusqu'à deux fois la limite supérieure d'un travailleur de 152 cm (60 po.).
  - Pour la dépose d'un objet cela varie de la limite supérieure d'un travailleur de 185 cm jusqu'à trois et même cinq fois cette limite.

Ainsi, en s'appuyant sur l'ensemble des constats qui ont été présentés en rapport avec:

- La hauteur des plans de travail, il est alors permis de comprendre les origines des modifications qui ont été apportées aux différents postes de travail par l'ajout de plates-formes en bois dont la hauteur est adaptée à chacun des travailleurs qui en présentaient le besoin.

À titre d'exemple, si l'on se réfère à l'un des postes de travail d'un des centres où le niveau du convoyeur est à 97 cm (42 po.), le travailleur dont la taille est de 160 cm (63 po.) utilise une plate-forme de 12 cm (4 3/4 po.) et ramène ainsi la hauteur à la limite inférieure de sa plage de référence (85 cm).

Toutefois, malgré le fait que cette façon de faire soit des plus bénéfiques pour certains des travailleurs, puisque chacune de ces adaptations de poste est spécifique au travailleur qui la demande, il n'en demeure pas moins qu'elle constitue un obstacle pour la mise en place d'un système efficace de rotation entre les différents postes de travail ou nuit à son respect.

Enfin, lorsque le travailleur est positionné de façon adjacente à la poulie de tête d'un convoyeur et qu'il y a une ouverture, puisque la hauteur relative de la structure du convoyeur qui tient lieu de garde-corps est inférieure à 91 cm (36 po.), il y a donc un risque potentiel de chute avec un niveau de gravité qui est élevé.

- L'éloignement frontal, cela fait ressortir que lorsque les points de prise sont trop éloignés, le travailleur doit introduire une flexion avant du dos et une flexion du bras à l'épaule avec une amplitude qui varie en fonction de la taille du travailleur.

Ainsi, pour les travailleurs de plus petite taille, cette variable a une influence marquée sur le rapprochement des limites supérieures de la plage maximale de déplacement à ces articulations et de ce fait il y a donc une amplification de la problématique du travail pour cette population.

Pour la prise, lorsque la posture est penchée, il y a un besoin plus fréquent de générer un effort statique de maintien du poids des membres supérieurs (solicitation au niveau du dos et/ou des épaules) et de l'équilibre (solicitation au niveau des mollets) avec un écrasement des parties du corps qui sont en contact avec la structure du convoyeur ou des chutes.

Lors de la dépose, dépendamment de la localisation relative du point de chute (réf. contenants d'appoints ou autres) il y a alors un besoin de se déplacer, d'introduire une projection de l'objet.

- L'éloignement latéral, lorsque le point de prise ou de dépose se situe au-delà de la limite supérieure de la plage de référence, il y a un besoin de se déplacer ou d'introduire une flexion avant et/ou latérale au niveau du dos et/ou une flexion du/des bras à l'articulation de l'épaule.

Encore là, ce sont les travailleurs de plus petite taille qui sont les plus exposés aux conséquences de cette variable sur la fréquence de générer un effort musculaire statique pour le maintien de la posture (poids des membres et équilibre).

#### **4.4.3 Effort physique**

Dans l'évaluation du niveau d'exigence des efforts statiques qui sont à générer, les valeurs de référence proposées par Tichauer (1978) et par Diffrient et col. (1981) et présentées au tableau 34 sont utilisées.

Ainsi, en comparant les valeurs du tableau 29 aux valeurs du tableau précédent, il est permis de constater que:

- Pour le dos, lorsque la localisation relative du point de prise oblige à introduire une flexion d'environ 30 à 45 degrés, les exigences du travail correspondent au niveau moyen - lourd et pour les travailleurs dont la taille excède les 180 cm, avec 45 degrés de flexion cela correspond à un niveau lourd.
- Pour le bras droit, lorsque le niveau de sollicitation est moyen, cela correspond à 100 % des capacités pour une femme qui se situe à 2,5 % de la courbe de distribution normale d'une population et lorsque le poids des objets manipulés est entre 15 et 20 livres; ce niveau se situe entre les capacités de la femme à 50 % et de celle à 97,5 % (homme à 2,5 % et celui à 50 %).

Dans ces conditions, pour le dos les exigences posturales du maintien de la posture penchée à 30 degrés sont équivalentes à la manutention d'un poids d'environ 57 livres (centre de gravité = 0 pouce) et pour les bras, lorsque les besoins d'effort de rétention du matériel excèdent la capacité du bras droit ou celle du bras gauche. Les travailleurs doivent donc compenser ce manque de capacité en modifiant la posture ou en sollicitant de façon simultanée le dos (rotation) et/ou les jambes, etc.

#### **4.4.4 Rythme de travail, temps de cycle, répétitivité**

Dans l'évaluation de cette variable et des types de lésion que l'on y attribue, il y a trois facteurs qui retiennent plus particulièrement l'attention. Ainsi, de façon globale, l'analyse a permis de situer le niveau de sollicitation introduit par ces trois facteurs, i.e., les besoins d'effort physique, la position relative des membres aux articulations et le phénomène de répétitivité.

Dans un premier temps, en se référant aux valeurs qui ont été obtenues pour illustrer le rythme de travail aux différents postes de travail (réf. temps moyen de recherche ou de contrôle du produit en continu et fréquence des retraits pour le bras gauche ou le bras droit) et aux indices qui sont présentés dans la documentation et qui permettent de déterminer si la notion de répétitivité s'applique à une activité de travail, il est permis d'affirmer que l'activité de triage qui s'effectue aux différentes étapes est un travail où la notion de répétitivité peut être appliquée.<sup>29</sup>

Toutefois, selon Chatterjee, 1987, et compte tenu des résultats de la compilation, il est observé qu'en tant que tel il n'existe pas de temps de cycle bien défini et que ces derniers varient de façon aléatoire.<sup>30</sup> Le graphique de Scherrer et col. (1981) a été utilisé afin de déterminer si le niveau de sollicitation introduit par les besoins de travail statique de certains muscles de l'articulation de l'épaule respectait les valeurs de référence.<sup>31</sup>

Ainsi, pour l'épaule, puisque les travailleurs ont à supporter le poids des membres lorsqu'ils ont à contrôler ou à rechercher un produit et à le déposer, les besoins d'effort statique équivalents qui sont

à générer pour le maintien des bras en flexion dans la plage des 60 à 90° ont été estimés en pourcentage des capacités maximales pour des travailleurs qui se retrouvent à différents niveaux de la courbe de distribution normale d'une population. Le tableau 35 présente les résultats de cet exercice.

Pour l'activité de triage, selon Feldman et col, 1983, et en considérant les valeurs qui apparaissent au tableau précédent, nous obtenons que la valeur à utiliser se situe à environ 50 %.<sup>32</sup> Par transposition de cette valeur sur le graphique de Scherrer et col. (1981), il est donc permis d'établir que la proportion du temps de travail, où le bras est positionné dans la plage des 60 à 90°, doit être inférieure à 37 %.<sup>31</sup>

Pour chacun des centres de tri et chacun des secteurs de triage, le tableau 36 reproduit les pourcentages qui ont été obtenus suite à la compilation des enregistrements vidéo.

Au niveau de l'exigence introduit par l'effet combiné de la répétitivité, de la posture et de l'effort physique, en tenant compte du volume ou de la densité relative qui est observée, les résultats de cet exercice permettent de conclure que lorsque la densité est élevée, le niveau de sollicitation introduit à l'épaule est à la limite de l'acceptable.

#### **4.4.5 Activité de travail et douleur ressentie**

Compte tenu des valeurs qui sont présentées au tableau 28, pour chacune des variables de contrôle il est possible de constater que:

- À chacune des journées de la semaine de travail, la proportion de la population qui rapporte un ressenti de la douleur est sensiblement la même et qu'en fait il n'y a pas de variation marquée entre le premier et le dernier jour qui pourrait illustrer un quelconque phénomène d'accumulation de fatigue.
- La proportion de la population qui rapporte un ressenti de douleur est plus souvent élevée dans la deuxième période de travail (période 2 et 4) qui précède un arrêt prolongé de travail (repas et fin de la journée) et de ce fait, il est alors permis de formuler l'hypothèse selon laquelle les courtes périodes de récupération sont insuffisantes pour palier au phénomène de fatigue accumulée.
- Indépendamment du jour de la semaine, pour chacune des périodes identiques de travail, nous obtenons pratiquement toujours la même proportion de la population qui rapporte un ressenti de la douleur et de ce fait le phénomène d'entraînement ne semble pas agir en tant que tel pour augmenter le niveau d'endurance des travailleurs.
- Dans la répartition des ressentis par partie du corps, puisque pour réaliser ce travail les membre supérieurs et le dos sont les plus sollicités, il est donc normal qu'entre ces deux sites il y ait une migration de l'un vers l'autre.

En fait les travailleurs négocient la pénibilité en modifiant leur façon de faire pour augmenter ou diminuer le niveau de sollicitation relatif aux articulations. Toutefois, pour ce qui est du ressenti de la douleur aux membres inférieurs, puisque de façon spécifique ces ressentis sont localisés au niveau des mollets, c'est donc dire que cette problématique prend ses origines au niveau des besoins d'introduire une activité compensatrice pour le maintien de la posture penchée vers l'avant avec une ligne de gravité qui passe devant l'articulation de la cheville.<sup>31</sup>

Enfin, si l'on tient compte de l'origine de cette problématique et du point de vue des travailleurs, la structure où prend appui le bassin devrait être recouverte ou arrondie pour minimiser l'effet d'écrasement des parties du corps, il est alors permis d'affirmer que lorsque la structure est en saillie il y a augmentation du taux d'apparition des ressentis de la douleur aux membres inférieurs. Toute proportion gardée, les travailleurs dont la taille est inférieure à 163 cm (64 po.) ont un taux plus élevé d'apparition des ressentis de la douleur.

#### **4.4.6 Statistiques d'accidents**

Malgré le fait que les données qui ont été obtenues aux deux centres de tri soient limitatives au niveau des informations qui seraient à traiter, il n'en demeure pas moins qu'à partir de la compilation des quelques variables qui ont été inventoriées il a été possible de faire ressortir que:

- Pour le centre #3 où il se fait un relevé systématique des cas, les coupures aux mains représentent 58 % des accidents et que des douleurs multi-sites sont rapportées aux membres supérieurs (poignet, avant-bras, coude et/ou épaule) dans 27 % des cas.

De plus, de façon plus particulière pour les douleurs à l'épaule, celles-ci représentent 15 % des cas rapportés. Ce dernier constat vient donc illustrer la problématique de l'effort statique qui est requis pour le maintien des bras en position élevée.

- Pour le centre où il a été possible de comptabiliser les blessures sur une période de six semaines de travail, nous obtenons que ce sont surtout les coupures, les piqûres et les brûlures qui retiennent plus particulièrement l'attention avec 53 % des cas rapportés aux mains et 41 % aux avant-bras.

Enfin, de façon globale si l'on considère que le taux de fréquence estimé pour une année est de 5.2 et de 8.3 accidents par travailleur et qu'en moyenne pour une usine de fabrication de produit en métal c'est 2.0, pour les activités de travail inhérentes au tri des matières recyclables, les risques potentiels de blessure sont élevés. Cette affirmation confirme le taux élevé de cotisation payée à la CSST qui était de \$9,65 par \$100 de masse salariale en 1998. Ce taux est parmi les cinq plus élevés dans les unités CSST comprises dans les services et est 4 fois plus élevé que la moyenne dans ce secteur.<sup>33</sup>

## **5. Conclusion**

Ce rapport donne les résultats des interventions menées dans trois centres de tri de matières

recyclables. Ont été mesurés lors de ces évaluations les agents microbiologiques (bioaérosols), les agents chimiques, certains agents physiques et les facteurs de risques ergonomiques.

En été, les concentrations moyennes de bactéries totales étaient supérieures au niveau moyen suggéré pour huit heures de 10 000 UFC/m<sup>3</sup> d'air pour ce genre d'activité, aux réceptions des centres # 1 et 3, aux tris des trois centres et aux expéditions des centres # 1 et 3. Toutefois, pendant l'hiver, elles sont toutes inférieures au niveau suggéré. Les concentrations mesurées pendant l'été sont du même ordre que celles rapportées dans la littérature scientifique. L'entreposage et la manipulation du matériel à recycler semblent donc constituer des sources majeures de bactéries totales.

Lorsque les concentrations moyennes de bactéries Gram négatives ont été comparées au niveau suggéré de 1 000 UFC/m<sup>3</sup> d'air pour une exposition de huit heures, seul le département du tri du centre #2 dépassait cette valeur. Toutefois, des concentrations moyennes de cet ordre ont déjà été mesurées dans d'autres études dans des centres de recyclage. Le manque d'entretien général au département du triage du centre #2 pourrait en être la cause. D'autre part, selon les travailleurs, la propreté du tri effectué par les citoyens mériterait un rappel.

Des concentrations moyennes de moisissures plus grandes, d'une façon statistiquement significative, que celles mesurées dans l'air extérieur en amont ont été mesurées dans tous les départements des centres # 1 et 3 et seulement au département du triage du centre # 2 pendant l'été. Les concentrations moyennes maximales de l'ordre de 10<sup>4</sup> UFC/m<sup>3</sup> d'air étaient semblables à celles qui ont déjà été mesurées dans la littérature scientifique portant sur ce genre de centre.

Idéalement, dans toutes les situations où il peut y avoir contact avec des microorganismes, des mesures strictes d'hygiène personnelle constituent la meilleure prévention.

Le seul contaminant chimique mesuré à des concentrations moyennes supérieures à 50 % mais inférieures à la VEMP a été le CO aux départements du tri des centres #1 et 2. La source de ce contaminant était l'émission des chariots-élévateurs au propane.

La mesure, d'une façon préliminaire, de certains agents physiques a aussi été réalisée. Le bruit dépassait la VEMP au centre #2. Il s'agit donc d'un agresseur éventuel dans les centres de tri. Les valeurs d'éclairement mesurés aux départements du tri étaient supérieurs à la VEMP. Enfin, les champs magnétiques statiques et les vibrations globales du corps étaient faibles.

L'étude ergonomique, réalisée aux départements de triage, a été orientée de façon à faire ressortir les exigences du travail et à identifier les facteurs de risque qui peuvent être à l'origine d'une problématique potentielle pour les travailleurs. En s'appuyant sur les résultats de cette analyse, il a été démontré que:

- Pour réaliser les activités de travail, les sollicitations physiques se retrouvent plus particulièrement au niveau des besoins d'effort statique de maintien de la posture penchée (dos et jambes), de soulèvement des membres supérieurs (épaules) et de maintien du regard

- pour le contrôle visuel à la recherche du produit (cou).
- Lorsque le volume qui se retrouve sur la courroie est trop élevé, l'effort de rétention ou de refoulement du matériel peut atteindre des niveaux relativement élevés tant pour un homme que pour une femme.
- La fréquence relative des sollicitations au membre supérieur gauche ou droit varie en fonction de la position relative du travailleur, du sens d'arrivée des produits (gauche vers droite ou droite vers gauche), du phénomène gaucher ou droitier, du volume d'un même produit et de la localisation relative du point d'évacuation.
- Toute proportion gardée, les plus petits de taille rapportent plus de ressentis d'inconfort ou de douleurs.
- Les caractéristiques d'aménagement des postes de travail et la position relative des points d'intervention (prise d'un produit et évacuation) font en sorte que pour plusieurs il est nécessaire d'installer une plate-forme et que cette façon de faire nuit à l'application du principe de rotation entre les postes.
- La fréquence relative des accidents avec blessure est très élevée (coupure aux mains et avant-bras).
- Les éléments de structure où prennent appui les parties du corps sont sources d'inconfort et de douleur.
- Lorsqu'il faut récupérer un produit qui n'a pas été trié, de par l'éloignement important qui en résulte il y a un besoin de flexion (avant et/ou latérale) avec des amplitudes extrêmes au niveau du dos et une augmentation de l'effet d'écrasement des parties du corps qui sont appuyées.
- Lorsque le point d'évacuation du produit est trop haut ou trop éloigné, il y a obligation de procéder par projection et cela contribue à augmenter le niveau de pénibilité.
- En terme d'amplitude de déplacement des membres et du niveau de rapprochement de l'amplitude maximale de référence, ce sont surtout les articulations du dos, de l'épaule, du coude, de l'avant-bras et du poignet qui retiennent plus particulièrement l'attention.
- Dans certains cas ou certaines situations, les travailleurs sont aussi exposés à des risques de projection, à des risques mécaniques et à des risques de chute.

Il serait donc nécessaire d'orienter des actions pour améliorer la situation sur des aspects tels que l'aménagement physique des postes de travail, le rythme de travail, l'organisation du travail, la protection aux mains et les besoins d'effort physique.

## **6. Recommandations**

Les recommandations suivantes ont été formulées afin d'améliorer les conditions de santé et de sécurité du travail dans les centres de tri de matières recyclables.

### **6.1 Recommandations spécifiques**

#### **Collecte des déchets**

Les déchets dangereux (peinture, huile, vernis, solvant, etc.) devraient être collectés et traités séparément. La qualité du produit fini et son absence relative de contaminant biologique dépend de la qualité du tri des déchets recyclables réalisé à la maison par les citoyens. Plus la fraction recyclable est propre moins il y a de chance de prolifération microbienne. Il est donc important de sensibiliser les citoyens sur ce point.

#### **Réception des déchets**

Le quai de réception du matériel recyclable doit être conçu de façon à pouvoir le vider et le nettoyer facilement. Il est conseillé de traiter tous les déchets reçus dans la même journée. Comme pour le triangle du feu, matériel organique + microorganismes + eau = prolifération microbienne. Si on intervient en éliminant soit le matériel organique en le traitant dans la journée même ou en s'assurant que le matériel soit sec, la prolifération microbienne peut être prévenue.

Le plancher et les surfaces horizontales devraient être nettoyés par aspiration régulièrement (aspirateur muni de filtres à haute efficacité ou équivalent). Il ne faudrait jamais utiliser de l'air comprimé pour effectuer les travaux de nettoyage ou d'entretien.

#### **Triage**

Le matériel à trier devrait être propre et exempt de matière organique (restes de moutarde, ketchup, etc.), de sorte que les employés ne soient pas obligés de travailler cloîtrés pour éviter l'exposition aux contaminants microbiologiques. Cette étude a démontré que le tri pouvait être une source de concentrations élevées de microorganismes.

Comme le recommande une étude récente réalisée en France sur la conception des usines de traitement des ordures ménagères et de déchets assimilés, les valeurs d'éclairage aux salles de tri manuel des déchets doivent être supérieures à 200 lux.<sup>33</sup> De plus, afin d'éviter l'éblouissement provoqué par les sources lumineuses, il faudrait prendre les dispositions suivantes:<sup>34</sup>

- En dessous d'un angle de 30° situé au-dessus de l'horizontale du regard de l'opérateur à son poste de travail: luminance maximale de 2 000 candela/m<sup>2</sup> pour une source lumineuse et 500 candela/m<sup>2</sup> pour les sources de grande dimension (mur, plafond lumineux).

- Disposer de préférence les luminaires parallèlement aux fenêtres.

Le ou les convoyeurs, les murs et le plancher de la salle de tri devraient être nettoyés régulièrement avec un aspirateur efficace.

Au niveau ergonomique, bien qu'à première vue le tri des matières recyclables peut sembler facile à réaliser, il n'en demeure pas moins qu'en tenant compte des nombreuses variations qui existent dans le matériel à traiter et des objectifs de qualité et de quantité qui sont à atteindre (ne pas laisser passer un produit dont l'on est responsable), ce travail nécessite beaucoup d'endurance physique et un niveau élevé d'attention qui doit être conservé de façon continue tout au long de la période de travail.

Ainsi, dans ces conditions, pour chacun des éléments qui ont une influence sur les conditions de réalisation de l'activité de travail il faudrait intervenir au niveau de:

### **L'aménagement physique des postes de travail et effort physique:**

- En recouvrant les éléments de structure où les parties du corps sont appuyées.
- En éliminant les pièces en saillies.
- En dégagant l'espace pour le bout des pieds.
- En remplaçant les plates-formes de hauteur fixe par des ajustables mécaniquement en hauteur (favorise aussi la rotation aux postes de travail) et aussi minimiser les risques de chute en mettant un recouvrement souple et antidérapant.
- En favorisant le retrait d'un seul produit avec possibilité d'évacuation dans deux chutes localisées de façon adjacente.
- En évitant les projections de produit dans des ouvertures qui sont situées en dehors de la zone normale de préhension.
- En contrôlant les pièces volumineuses et encombrantes.
- En éliminant les contenants d'appoints.
- En favorisant le rapprochement du point de préhension par la réduction des largeurs de convoyeur, la diminution de la structure qu'il y a entre le travailleur et la courroie, la mise en place de déflecteur et/ou en inclinant la surface du plan de travail vers le travailleur.
- En éliminant la récupération du matériel qui a déjà été pressé et mis en ballot (surtout les plastiques).

### **Le rythme de travail et l'organisation du travail:**

- En contrôlant la problématique du volume de matériel ou de densité d'un même produit par la mise en place d'un moyen d'arrêt et/ou de réduction de la vitesse du convoyeur aux différentes étapes de tri.
- En mettant en place un système de rotation qui tient compte du sens d'arrivée du matériel et du niveau de difficulté à sélectionner et à retirer le produit dont l'on a la charge (réf. travail en amont plus difficile car la densité est plus élevée).
- En augmentant le nombre de périodes de repos de courte durée (faire autre chose). Actuellement cette condition est atteinte lorsqu'il y a arrêt obligatoire du convoyeur, un manque de produit ou un manque de matériel.

#### Autres:

- En contrôlant l'effet de cheminée que l'on retrouve lorsqu'il y a des chutes. Cet effet de cheminée contribue à une élévation des contaminants chimiques tel le CO provenant des chariots-élévateurs de l'expédition.
- En réduisant les niveaux de bruit ambiants en insonorisant les chutes qui sont utilisées pour les produits rigides tels que le verre et le métal.
- En éliminant les risques potentiels d'entraînement, de projection et de chute.
- En répertoriant les incidents qui perturbent le cours normal des activités (réf. blocage) et en définissant une méthode appropriée de travail qui tient compte des problèmes d'accès au point d'intervention et des risques qui sont spécifiques au produit et/ou à l'équipement.
- En verrouillant l'équipement lors des interventions de nettoyage et/ou de déblocage.
- En disposant d'une douche oculaire.

### **Expédition et entrepôt**

Comme dans le cas de la réception des déchets, le plancher et les surfaces horizontales devraient être nettoyés par aspiration régulièrement (aspirateur muni de filtres à haute efficacité ou équivalent). Il ne faudrait jamais utiliser de l'air comprimé pour effectuer les travaux de nettoyage ou d'entretien.

Dans les expéditions où des chariots-élévateurs mus au propane étaient utilisés, les concentrations de CO pendant l'hiver avec les portes de garage fermées étaient relativement élevées. Partout où ce genre d'équipement est utilisé, on devrait consulter les documents: Monoxyde de carbone émis par les chariots au propane, fiche technique pour les intervenants en santé au travail et la fiche technique

pour les mécaniciens lors de l'entretien des chariots au propane publiés par l'IRSST, afin de contrôler ces émissions.<sup>35,36</sup>

## **6.2 Éléments généraux à considérer pour la conception et la gestion d'un centre de tri**

### **Conception**

La santé et la sécurité du travail devraient être considérées dès le début de la conception d'un centre de recyclage.

- La formation d'aérosols doit être évitée.
- Une attention particulière devrait être donnée aux postes de tri.
- Une ventilation suffisante devrait être disponible aux endroits où les déchets sont agités.

### **Nettoyage**

Le niveau d'hygiène du milieu de travail doit être élevé. Un nettoyage en profondeur devrait être réalisé régulièrement. Les déversements et la saleté devraient être ramassés immédiatement. Il ne faudrait jamais utiliser de l'air comprimé pour effectuer des travaux de nettoyage ou d'entretien.

Les machines et les surfaces devraient être, dans la mesure du possible, exemptes de poussières. Les travaux de réparation et de nettoyage impliquent souvent des problèmes de nature ergonomique, particulièrement pour les endroits difficiles d'accès. Ces problèmes peuvent être contrôlés par une planification minutieuse du travail à effectuer et de la rotation des employés.

### **Protection personnelle recommandée pour les travailleurs**

Un masque respiratoire jetable capable de retenir les particules de plus de un micron avec une couche de charbon actif pour éliminer les odeurs pourrait être utilisé au triage en attendant que les recommandations antérieures aient été appliquées.

Les gants et sur-vêtements de travail devraient être fournis et nettoyés par l'employeur. Des salopettes jetables devraient être de plus disponibles pour effectuer des travaux malpropres ou de nettoyage.

### **Mesure d'hygiène personnelle**

Les bactéries, les moisissures et la poussière se retrouvent partout. Elles peuvent se coller sur les mains, se fixer dans les cheveux, sur les souliers et les vêtements et constituer des risques pour la santé des travailleurs. De bonnes mesures d'hygiène personnelle constituent une des solutions les plus importantes pour limiter les effets indésirables des microorganismes sur la peau et les poumons.

Il faudrait:

- 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.
- Ne fumer, boire et manger qu'à la cafétéria et enlever ses sur-vêtements de travail avant d'y entrer.
- 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 et les vêtements de travail et bottes de sécurité ne devraient pas être ramenés à la maison.

### **Organisation du travail**

- Des procédures sécuritaires de travail devraient être établies par le comité de santé et de sécurité du travail, pour chacun des postes de travail.
- Les personnes responsables devraient être clairement identifiées et connues par tous les travailleurs du centre.
- Une période de formation sur la sécurité et l'hygiène devrait être prévue pour tous les employés.
- Question de sécurité, il faudrait éviter de porter des bijoux, bracelets et montres.

### **7. Remerciements**

Les auteurs tiennent à remercier pour leur contribution à cette recherche les trois centres de tri qui ont bien voulu participer ainsi que le personnel technique et professionnel de l'IRSST.

## 8. Références

1. Société québécoise de récupération et de recyclage. *Le répertoire québécois des récupérateurs et des recycleurs*. Bibliothèque nationale du Québec, ISBN: 2-550-24984-4, 100 pages, 1995.
2. D'amours, P. Collecte sélective Québec, cinq ans de partenariat, un progrès remarquable. *Envirotech*, décembre 1994-Janvier 1995, 14-19.
3. Malmros, P. *Problems with the Working Environment in Solid Waste Treatment*. Report # 10/1990, The National Labour Inspection of Denmark, Denmark 1990.
4. 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.
5. Sigsgaard, T., Bach, B., Malmros, P. Respiratory Impairment Among Workers in a Garbage-Handling Plant. *Am Journal of Industrial Med*, 17: 92-93 1990.
6. The Danish Working Environment Service programme. *Overall Protocol for the Research programme "Garbage and Recycling"* 1994-98. J. # 1994-23-16, 67 pages.
7. Malmros, P., *Get Wise on Waste. A Book about Health and Waste-Handling*. Danish Working Environment Services. ISBN87-7534-400-9, 1992.
8. Malmros, P., Sigsgaard, T., Bach, B. Occupational Health Problems Due to Garbage Sorting. *Waste Manage Res* 10, 227-234.
9. Poulsen, O.M. et al. Sorting and Recycling of Domestic Waste. Review of Occupational Health Problems and their Possible Causes. *Science of the Total Environment*, 168: 33-56, 1995.
10. Lavoie, J., marchand, G. *Détermination des caractéristiques à considérer d'un point de vue de santé et sécurité des travailleurs dans les centres de compostage des déchets domestiques*. Études et recherches, IRSST, rapport # R-159, 37 pages, ISBN 2-551-17734-0, juin 1997.
11. Lavoie, J., Alie, R. Determining the Characteristics to Be Considered from a Worker Health and Safety Standpoint in Household Waste Sorting and Composting Plants. *Ann Agric Environ Med* 4, 123-128, 1997.
12. Heederik, D., Douwes, J. Towards an Occupational Exposure Limit for Endotoxins? *Ann Agric Environ Med* 4, 17-19, 1997.

13. Marchand, G. *Les endotoxines en milieu de travail*. Rapport de la série Bilans de connaissances, B-049, IRSST, 37 pages, ISBN: 2-551-17201-2, novembre 1996.
14. Lundholm, M., Rylander, R. Occupational Symptoms among Compost Workers. *J Occ Med* 22, 256-257, 1980.
15. ASTM., *Standard Practice for Sampling Airborne Microorganisms at Municipal Solid-Waste Processing Facilities*. Designation E 884 - 82, ASTM Standards on Materials and Environmental Microbiology, 2nd edition, pp. 42-45, 1993.
16. Lembke, L.L., Kniseley, R.N., Van Nostrand, R.C., Hale, M.D. Precision of the All-Glass Impinger and the Andersen Microbial Impactor for Air Sampling in Solid-Waste Handling Facilities. *Applied and Environmental microbiology*, 42(2):222-225, 1981.
17. NIOSH. NIOSH Manual of Analytical Methods, Method # S-349: Boron oxyde, and Method # S-262: Carbon black, Volume # 3, 2nd. éd., Cincinnati, OH: National Institute of Occupational Health and Safety.
18. Règlement sur la qualité du milieu de travail, S-2. 1, r. 15. Éditeur officiel du Québec, 1994.
19. Norme internationale ISO 2631 -1. *Guide pour l'estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps*. Deuxième édition, 15 pages, 1978.
20. ACGIH. *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1997.
21. Würtz, H., Breum, N.O. Exposure to Microorganisms During Manual Sorting of Recyclable Paper of Different quality. *Ann Agric Environ Med* 4: 129-135, 1997.
22. Gladding, T.L., Coggins, P.C. Exposure to Microorganisms and Health Effects of Working in UK Materials Recovery Facilities. A Preliminary Report. *Ann. Agric Environ Med* 4: 137-141, 1997.
23. Eduard, W., Sandven, P., Levy, F. Serum Antibodies to Mold Spores in Two Norwegian Sawmill Populations: Relationship to Respiratory and other Work-Related Symptoms. *Am J Ind Med* 24:207-222, 1993.
24. Santé et bien-être social du Canada. Signification de la présence des champignons dans l'air intérieur des édifices: rapport d'un groupe de travail. *Revue canadienne de santé publique* 78:S17-S32, 1987.

25. Roberge, B. Evaluation and Control of Carbon Monoxide Exposure from Propane-Fueled forklifts. *Appl Occup. Environ. Hyg* 13(3): 183-191, 1998.
26. Diffrient, N., Tilley, A.R., Harman, D. *Humanscale*. MIT Press, Cambridge MA, Project of Henry Dreyfuss Associates, 1981.
27. Bergamasco, R., Girola, C, Colombini, N.B. Guidelines for Designing Jobs Featuring Repetitive Tasks. *Ergonomics* 41(9): 1364-1384, 1998.
28. Tichauer, E.R. *The Biomechanical Basis of Ergonomics, Anatomy Applied to the Work Situation*. A Wiley Interscience Publication, New-York, 1978, pp. 55 à 99.
29. Kivi, P. Rheumatic Disorders of the Upper Limbs associated with Repetitive Occupational Tasks in Finland in 1975 - 1979. *Scandinavian Journal Rheumatology* 13: 101-107, 1984.
30. Chatterjee, D.S. Repetition Strain Injury - a Recent Review. *Soc. Occup. Med.* 37: 100-105, 1987.
31. Scherrer, J., et col. *Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie*. Édition Masson, Paris, 585 pages, 1981.
32. Feldman, R.G., Goldman, R., Keyserling, W.M. Peripheral Nerve Entrapment Syndromes and Ergonomie Factors. *Am. J. Ind. Med.* 4: 661-682, 1983.
33. CSST. Table des taux 1998. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, ISBN 2-550-32513-3, 30 pages, 1998.
34. INRS. *Conception des usines de traitement des ordures ménagères et déchets assimilés*. Institut national de recherche et de sécurité, note technique, document ED 822, Paris, 114 pages, 1998.
35. Roberge, B. *Monoxyde de carbone émis par les chariots au propane, fiche technique pour les intervenants en santé au travail*. Études et recherches, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail, ISBN: 2-551-17133-4, document RF2-102, septembre 1996, 8 pages.
36. Roberge, B., Coulombe, G. *Fiche technique pour les mécaniciens lors de l'entretien des chariots au propane*. 2ième édition, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail, ISBN: 2-551-17133-X, document RF1-102, août 1996, 16 pages.
37. Colin, G., Drury, P.D. Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs. *Seminar in Occupational Medicine* 2(1):41-49, 1987.

38. Règlement sur les établissements industriels et commerciaux, S-2. 1,r.9, éditeur officiel du Québec, 1997.

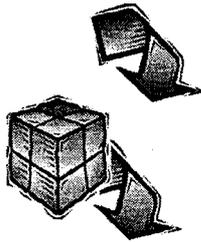
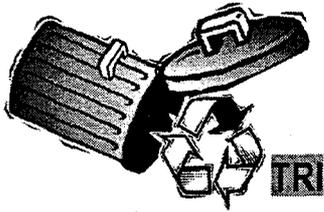
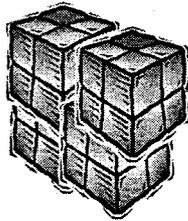
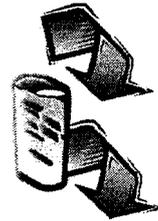
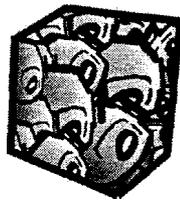
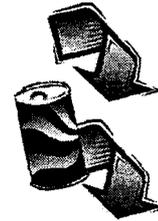
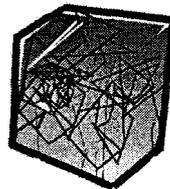
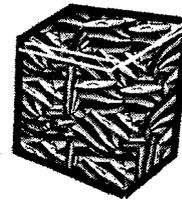
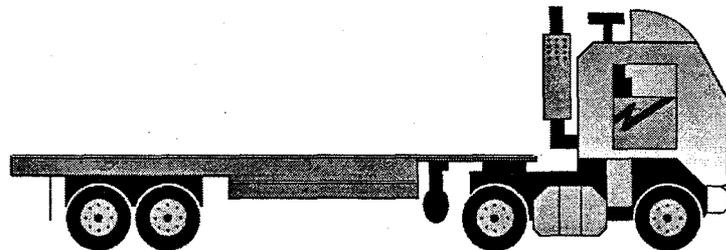
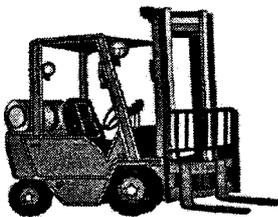
**RÉCEPTION****PRESSE****PRESSE****PRESSE****PRESSE****EXPÉDITION**

Figure 1: Schéma type d'un centre de recyclage

**Tableau 1. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 1)**

Contaminant		Bactéries totales		Bactéries Gram-		Moisissures	
Poste de mesure		10 000 <sup>(a)</sup>		1 000 <sup>(a)</sup>		-	
		n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>
<b>Amont</b>	Été	5	380 ( $\pm$ 320)	6	n.d.	5	120 ( $\pm$ 70)
	Hiver	3	150 ( $\pm$ 115)	6	n.d.	6	10 ( $\pm$ 20)
<b>Aval</b>	Été	6	520 ( $\pm$ 180)	6	n.d.	6	730 ( $\pm$ 500)
	Hiver	-	-	-	-	-	-
<b>Réception</b>	Été	6	8380 ( $\pm$ 2150)	6	60 ( $\pm$ 20)	6	12240 ( $\pm$ 1990)*
	Hiver	5	1320 ( $\pm$ 800)	5	n.d.	6	10520 ( $\pm$ 2040)*
<b>Tri</b>	Été	6	9610 ( $\pm$ 3140)	6	30 ( $\pm$ 60)	5	14100 ( $\pm$ 730)*
	Hiver	6	1840 ( $\pm$ 420)	4	n.d.	2	11 620 ( $\pm$ 980)*
<b>Expédition</b>	Été	6	12 290 ( $\pm$ 2090)	6	60 ( $\pm$ 60)	4	14490 ( $\pm$ 220)*
	Hiver	6	870 ( $\pm$ 380)	6	n.d.	6	10050 ( $\pm$ 3540)*

\*: Concentrations plus grandes, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ), que l'air extérieur en amont

n.d.: Non détecté

<sup>(a)</sup>: Valeurs guides<sup>3,8-13</sup>

n: Nombre de prélèvements

-: Non mesuré

**Tableau 2. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 2)**

Contaminant		Bactéries totales		Bactéries Gram-		Moisissures	
Poste de mesure		10 000 <sup>(a)</sup>		1 000 <sup>(a)</sup>		-	
		n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>
<b>Amont</b>	Été	5	250 ( $\pm$ 160)	5	120 ( $\pm$ 50)	6	3960 ( $\pm$ 1830)
	Hiver	3	1220 ( $\pm$ 150)	3	n.d.	3	7870 ( $\pm$ 90)
<b>Aval</b>	Été	6	890 ( $\pm$ 220)	6	250 ( $\pm$ 100)	6	3095 ( $\pm$ 1040)
	Hiver	-	-	-	-	-	-
<b>Réception</b>	Été	6	1980 ( $\pm$ 830)	6	340 ( $\pm$ 180)	6	3980 ( $\pm$ 1240)
	Hiver	6	560 ( $\pm$ 220)	6	30 ( $\pm$ 10)	6	1170 ( $\pm$ 110)
<b>Tri</b>	Été	6	10835 ( $\pm$ 9500)	6	3280 ( $\pm$ 2500)	6	9120 ( $\pm$ 3270)*
	Hiver	6	1930 ( $\pm$ 560)	6	200 ( $\pm$ 70)	6	7530 ( $\pm$ 2280)
<b>Expédition</b>	Été	6	530 ( $\pm$ 320)	3	90 ( $\pm$ 60)	5	3050 ( $\pm$ 640)
	Hiver	6	590 ( $\pm$ 160)	6	20 ( $\pm$ 5)	6	450 ( $\pm$ 140)

\*: Concentrations plus grandes, d'une façon statistiquement significative ( $p < 0,05$ ), que l'air extérieur en amont

n.d.: Non détecté

<sup>(a)</sup>: Valeurs guides<sup>3,8-13</sup>

n: Nombre de prélèvements

-: Non mesuré

**Tableau 3. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des microorganismes (centre 3)**

Contaminant		Bactéries totales		Bactéries Gram-		Moisissures	
Poste de mesure		10 000 <sup>(a)</sup>		1 000 <sup>(a)</sup>		-	
		n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>	n	UFC/m <sup>3</sup>
<b>Amont</b>	Été	6	5820 ( $\pm$ 1860)	6	n.d.	6	970 ( $\pm$ 420)
	Hiver	3	710 ( $\pm$ 300)	3	n.d.	4	210 ( $\pm$ 90)
<b>Aval</b>	Été	6	5650 ( $\pm$ 1420)	6	n.d.	6	1080 ( $\pm$ 450)
	Hiver	-	-	-	-	-	-
<b>Réception</b>	Été	6	12350 ( $\pm$ 4600)	6	330 ( $\pm$ 270)	6	12360 ( $\pm$ 2800)*
	Hiver	5	2060 ( $\pm$ 820)	6	n.d.	6	1160 ( $\pm$ 190)*
<b>Tri</b>	Été	6	21900 ( $\pm$ 1640)	6	520 ( $\pm$ 230)	6	19210 ( $\pm$ 630)*
	Hiver	6	6110 ( $\pm$ 1240)	6	n.d.	6	4910 ( $\pm$ 920)*
<b>Expédition</b>	Été	6	13340 ( $\pm$ 5790)	6	60 ( $\pm$ 40)	6	13350 ( $\pm$ 4570)*
	Hiver	6	1750 ( $\pm$ 960)	6	n.d.	6	1600 ( $\pm$ 330)*

\*: Concentrations plus grandes, d'une façon statistiquement significative ( $p \leq 0,05$ ), que l'air extérieur en amont

n.d.: Non détecté

<sup>(a)</sup>: Valeurs guides<sup>3,8-13</sup>

n: Nombre de prélèvements

-: Non mesuré

**Tableau 4. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-type) des agents chimiques (centre 1)**

Contaminant		MPT <sup>a</sup>		CO <sub>2</sub>		CO		NO		NO <sub>2</sub>	
Poste de mesure		10 <sup>b</sup>		5000 <sup>b</sup>		35 <sup>b</sup>		25 <sup>b</sup>		5 <sup>b</sup>	
		n	mg/m <sup>3</sup>	n	ppm	n	ppm	n	ppm	n	ppm
<b>Réception</b>	Été	4	0,6 ( $\pm$ 0,06)	84	400 ( $\pm$ 20)	84	6,5 ( $\pm$ 4,0)	84	n.d.	84	n.d.
	Hiver	4	n.d.	47	350 ( $\pm$ 20)	48	5,0 ( $\pm$ 4,0)	39	0,9 ( $\pm$ 0,5)	38	n.d.
<b>Tri</b>	Été	4	0,4 ( $\pm$ 0,05)	54	440 ( $\pm$ 30)	54	7,1 ( $\pm$ 1,5)	54	n.d.	54	n.d.
	Hiver	4	0,2 ( $\pm$ 0,07)	12	630 ( $\pm$ 30)	12	26 ( $\pm$ 3,4)	27	n.d.	28	n.d.
<b>Expédition</b>	Eté	4	0,6 ( $\pm$ 0,06)	84	400 ( $\pm$ 20)	84	6,5 ( $\pm$ 4,0)	84	n.d.	84	n.d.
	Hiver	4	n.d.	47	350 ( $\pm$ 20)	48	5,0 ( $\pm$ 4,0)	54	0,9 ( $\pm$ 0,5)	53	n.d.

<sup>a</sup>: MPT = Matière particulaire totale

<sup>b</sup>: Norme (VEMP)<sup>18</sup>

n.d.: Non détecté

n: Nombre de prélèvements

**Tableau 5. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-typè) des agents chimiques (centre 2)**

<b>Contaminant</b>		<b>MPT<sup>a</sup></b>		<b>CO<sub>2</sub></b>		<b>CO</b>		<b>NO</b>		<b>NO<sub>2</sub></b>	
<b>Poste de mesure</b>		<b>10<sup>b</sup></b>		<b>5000<sup>b</sup></b>		<b>35<sup>b</sup></b>		<b>25<sup>b</sup></b>		<b>5<sup>b</sup></b>	
		<b>n</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>
<b>Réception</b>	Été	6	0, 12 ( $\pm$ 0, 03)	85	440 ( $\pm$ 20)	85	9, 5 ( $\pm$ 1, 0)	94	0, 7 ( $\pm$ 0, 8)	75	n.d.
	Hiver	4	n.d.	38	380 ( $\pm$ 30)	38	0, 7 ( $\pm$ 0, 4)	33	n.d.	33	n.d.
<b>Tri</b>	Été	6	0, 2 ( $\pm$ 0, 09)	32	390 ( $\pm$ 20)	32	4, 7 ( $\pm$ 3, 7)	60	n.d.	65	n.d.
	Hiver	4	0, 1 ( $\pm$ 0, 005)	20	630 ( $\pm$ 20)	20	24, 5 ( $\pm$ 2, 0)	27	0, 5 ( $\pm$ 0, 2)	27	n.d.
<b>Expédition</b>	Été	6	0,12 ( $\pm$ 0, 03)	32	390 ( $\pm$ 20)	32	4, 7 ( $\pm$ 3, 7)	60	n.d.	65	n.d.
	Hiver	4	0,14 ( $\pm$ 0, 09)	30	560 ( $\pm$ 40)	30	9, 8 ( $\pm$ 5, 0)	85	n.d.	85	n.d.

<sup>a</sup>: MPT = Matière particulaire totale

<sup>b</sup>: Norme (VEMP)<sup>18</sup>

n.d.: Non détecté

n: Nombre de prélèvements

**Tableau 6. Concentrations moyennes ( $\pm$ écart-typè) des agents chimiques (centre 3)**

<b>Contaminant</b>		<b>MPT<sup>a</sup></b>		<b>CO<sub>2</sub></b>		<b>CO</b>		<b>NO</b>		<b>NO<sub>2</sub></b>	
<b>Poste de mesure</b>		<b>10<sup>b</sup></b>		<b>5000<sup>b</sup></b>		<b>35<sup>b</sup></b>		<b>25<sup>b</sup></b>		<b>5<sup>b</sup></b>	
		<b>n</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>	<b>n</b>	<b>ppm</b>
<b>Réception</b>	Été	4	0,9( $\pm$ 0,2)	124	390 ( $\pm$ 60)	124	0,8 ( $\pm$ 0,3)	137	1,3( $\pm$ 1,4)	75	n.d.
	Hiver	4	0,1 ( $\pm$ 0,01)	37	440 ( $\pm$ 20)	72	3,8( $\pm$ 1,0)	72	n.d.	71	n.d.
<b>Tri</b>	Été	4	1,1( $\pm$ 0,2)	18	590 ( $\pm$ 50)	18	1,3 ( $\pm$ 0,2)	37	3,3 ( $\pm$ 0,6)	37	n.d.
	Hiver	4	0,4( $\pm$ 0,16)	42	510( $\pm$ 40)	79	2,0( $\pm$ 0,2)	78	n.d.	75	n.d.
<b>Expédition</b>	Été	4	0,9( $\pm$ 0,2)	124	390 ( $\pm$ 60)	124	0,8 ( $\pm$ 0,3)	137	1,3( $\pm$ 1,4)	75	n.d.
	Hiver	4	0,1 ( $\pm$ 0,01)	37	440 ( $\pm$ 20)	72	3,8( $\pm$ 1,0)	72	n.d.	71	n.d.

<sup>a</sup>: MPT = Matière particulaire totale

<sup>b</sup>: Norme (VEMP)<sup>18</sup>

n.d.: Non détecté

n: Nombre de prélèvements

**Tableau 7. Niveaux moyens des agents physiques mesurés dans les trois centres**

<b>Agent physique</b>	<b>VEMP ou valeur guide</b>	<b>Département</b>	<b>Centre 1</b>	<b>Centre 2</b>	<b>Centre 3</b>
<b>Bruit</b>	<b>90 dB(A)<sup>18</sup></b>	Pré-tri (réception) Tri	83 84	94 97	88 85
<b>Éclairage</b>	<b>200 Lux<sup>18,32</sup></b>	Tri -début -milieu -fin	363 373 370	450 290 280	425 525 295
<b>Champs magnétiques</b>	<b>60 mTesla<sup>20</sup> (600 mT extrémités)</b>	Tri (magnetron) -proximité -niveau du travailleur	5,6 0,45	10 -	- -
<b>Vibration globale du corps</b>	<b>Durée d'exposition quotidienne permise (hres)<sup>19</sup></b>	Pré-tri (réception) Tri -début -fin	18h43m  24h0m 24h0m	-	-

Tableau 8. Caractéristiques des travailleurs et des postes de travail des trois centres

SITE	SEXE	TAILLE (po.)*	POSTE DE TRAVAIL ET ACTIVITÉS DE TRIAGE
CENTRE DE TRI #1	F	63	Papier journal et carton
	F	58	Papier journal et carton
	F	63	Papier journal
	F	63	Papier journal
	F	63	Papier journal
	F	61	Plastique, al., canette, linge
	F	67	Plastique, al., canette, linge
	F	61	Rejet, sac de plastique, linge
	F	65	Rejet, sac de plastique, linge
	F	63	Verre, al., plastique, rejets
	H	63	Verre, al., plastique, rejets
	H	64	Rejets, plastique, "mousse de polyuréthane"
	F	63	Rejets, plastique, "mousse de polyuréthane"
	F	60	Papier fin, rejets, autres
	F	63	Papier fin, rejets, autres
	H	68	Cartons volumineux
	H	72	Cartons volumineux
	F	62	Plastique # 2, al. non consignée
F	60	Al. consignée et non consignée, plastique #3 # 4 et # 5	
F	63	Plastique #1, # 2 et #3	
CENTRE DE TRI # 2	H	68	Enlève les sacs de plastique
	F	65	Papier journal, papier, rejets, sac plastique + gros morceaux de plastique
	F	64	Papier journal, papier, rejets, sac plastique + gros morceaux de plastique
	F	-	Rejets, sac plastique, conserve, al.
	F	-	Rejets, sac plastique, conserve, al.
	H	74	Rejets, sac plastique, conserve, al.
	F	66	Plastique dans verre et rejets
	F	66	Bouteille de plastique consignée et domestique
	F	66	Gallon, al. consigné, métal, contenant en chlorure de polyvinyle, rejets
	H	74	Gallon coloré et incolore
	H	69	
H	69		
H	70		
CENTRE DE TRI # 3	F	63	Papier journal et carton
	H	64	Papier journal et carton
	H	68	Papier journal et papier fin
	F	66	Papier fin et contenant de métal (al., fer)
	F	64	Papier journal et papier fin
	H	71	Papier journal, plastique # 2, al., "PET"
	H	67	Verre, al. consigné, papier journal, bouteille de plastique, métal en vrac
	F	64	Papier journal et bouteille de plastique
F	63	Papier journal et carton	

\*1 po. = 2,54 cm

**Tableau 9. Rythme de travail à la courroie d'approvisionnement du centre #1**

POSTE DE TRAVAIL	MEMBRE SOLLICITÉ	TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)	FRÉQUENCE DES RETRAITS	FRÉQUENCE DE REFOULEMENT
CÔTÉ DROIT	Bras gauche (1)	40	1/40 sec.	-
	Bras droit (2)	4,7	1/5,3 sec.	1/27 sec.
CÔTÉ GAUCHE	Bras g. (3)	4,8	1/4,8 sec.	1/39 sec.
	Bras d.	-	-	1/55 sec.

- (1): Pour dépose au niveau du plancher
- (2): Une seule chute localisée à la droite du travailleur.
- (3): Une seule chute localisée à la gauche du travailleur.

**Tableau 10. Posture de travail à la courroie d'approvisionnement du centre #1**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE		
	DÉPÔT	RECHERCHE ET PRISE	REFOULEMENT
<u>DOS</u>			
Flexion avant	-	0° à 30°	30° à 45°
Flexion latérale	-	0° à 30°	-
Rotation	45°	0° à 45°	30° à 60°
<u>COU</u>			
Flexion	-	0° à 30°	-
Rotation	-	0° à 45°	-
Extension	-	0° à 15°	-
<u>ÉPAULE</u>			
Flexion	60°	0° à 120°	45°
Extension	0° à 30°	-	-
Abduction	90°	0° à 90°	-
Adduction	-	-	15° à 30°
Rotation interne	-	0° à 45°	-
Rotation externe	0° à 30°	-	-
<u>COUDE</u>			
Flexion	30° à 90°	0° à 90°	-
<u>AVANT-BRAS</u>			
Pronation	0° à 60°	0° à 45°	-
Supination	0° à 30°	0° à 45°	-
<u>POIGNET</u>			
Extension	-	0° à 45°	-
Déviation cubitale	-	0° à 30°	-

**Tableau 11. Rythme de travail au poste de triage principal du centre #1**

<b>POSITION RELATIVE DE TRAVAIL</b>	<b>MEMBRE SOLLICITÉ</b>	<b>TEMPS MOYENNE DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)</b>	<b>FRÉQUENCE DES RETRAITS</b>
CÔTÉ GAUCHE (1) DU CONVOYEUR (8 postes)	BRAS GAUCHE	5,0	1/5,8 sec.
	BRAS DROIT	3,1	1/3 sec.
CÔTÉ DROIT (2) DU CONVOYEUR (7 postes)	BRAS GAUCHE	4,4	1/5 sec.
	BRAS DROIT	4,4	1/4,7 sec.

(1): De ce côté du convoyeur le matériel se déplace de la droite vers la gauche.

(2): De ce côté du convoyeur le matériel se déplace de la gauche vers la droite.

<b>Tableau 12. Posture de travail au poste de triage principal du centre #1</b>		
<b>POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS</b>	<b>ACTIVITES DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE</b>	
	<b>RECHERCHE ET PRISE</b>	<b>DÉPÔT</b>
<u>DOS</u>		
Flexion avant	0° à 45°	0° à 15° (5)
Flexion latérale	0° à 15°-30°	
Rotation	0° à 30° - 45°	0°-15° à 30° (2)
<u>COU</u>		
Rotation	0° à 45°	15° à 30°(4)
Flexion	0° à 30°	0° à 15°-30° (4)
<u>ÉPAULE</u>		
Flexion	0° à 90°	15°-60° à 90°-120° (1,2)
Extension		0° à 45° (2)
Rotation interne	0° à 60° - 90°	60° (3)
Rotation externe	0° à 30°	15° à 30°(2)
Abduction	0° à 90°	90° à 120° (2)
Adduction	0° à 45°	0° à 60° (3)
Flexion	0° à 120°	30° à 90°
<u>AVANT-BRAS</u>		
Pronation	0° à 60°	0° à 60°
Supination	0° à 45°	0° à 90°
<u>POIGNET</u>		
Flexion	0° à 45°	0° à 45°
Extension	0° à 30° - 45°	0° à 30°
Déviation cubitale	0° à 30°	0° à 30°

- (1): Les amplitudes maximales sont atteintes lors de la manipulation d'un objet de grande dimension.
- (2): Lors de la dépose d'un objet, c'est l'un ou l'autre de ces mouvements qui est introduit et dans certains cas, c'est une combinaison de deux ou trois.
- (3): Ce mouvement est introduit uniquement pour la dépose d'un objet dans l'ouverture qui est située à l'opposé du membre sollicité.
- (4): Mouvements qui sont introduits pour garder le contact visuel avec la courroie.
- (5): Dans certains cas, pour la dépose d'un objet dans un contenant au niveau du plancher, l'amplitude peut atteindre 45 degrés.

**Tableau 13. Rythme de travail au triage des plastiques**

MEMBRE SOLLICITÉ	TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)	FRÉQUENCE DES RETRAITS
Bras gauche	8,2	1/8,5 sec.
Bras droit	2,6	1/2,5 sec.

**Tableau 14. Posture de travail au triage des plastiques**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<u>DOS</u>		
Flexion avant	30° à 45°	15° à 30°
Flexion latérale	0° à 30°	
Rotation	0° à 45°	0° à 15°
<u>COU</u>		
Rotation	0° à 45°	0° à 45°
Flexion	15° à 30°	0° à 30°
<u>ÉPAULE</u>		
Flexion	15° à 90°	60° à 120°
Abduction	0° à 90°	60° (1)
Adduction	0° à 30°	
Rotation interne	0° à 90°	
<u>COUDE</u>		
Flexion	0° à 90°	0° à 30° (2)
<u>AVANT-BRAS</u>		
Pronation	0° à 60°	0° à 45°
<u>POIGNET</u>		
Flexion	0° à 60°	0° à 60°
Déviaton cubitale	0° à 30°	-

- (1): Cette position relative du bras est observée lors de la dépose d'un produit dans un contenant qui est localisé de façon adjacente au niveau du plancher.
- (2): Lors de la dépose d'un produit dans un contenant au niveau du plancher le coude est en flexion à 90°.

**Tableau 15. Rythme de travail au premier secteur du centre #2**

<b>POSITION RELATIVE DE TRAVAIL</b>	<b>MEMBRE SOLLICITÉ</b>	<b>TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)</b>	<b>FRÉQUENCE DES RETRAITS</b>
CÔTÉ GAUCHE (1) DU CONVOYEUR (2 postes)	Bras gauche	3,4	1/3, 3
	Bras droit	2,3	1/2, 4
CÔTÉ DROIT (2) DU CONVOYEUR (3 postes)	Bras gauche	2,5	1/2, 6 sec.
	Bras droit	2,1	1/2, 1 sec.

(1): Le matériel se déplace de la droite vers la gauche.

(2): Le matériel se déplace de la gauche vers la droite.

**Tableau 16. Posture de travail au premier secteur du centre #2**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<u>DOS</u>		
Flexion avant	0° à 45°	-
Flexion latérale	0° à 20°	-
Rotation	0° à 45°	0° à 30° - 45°
<u>COU</u>		
Rotation	0° à 45°	0° à 45°
Flexion	0° à 30°	15° à 30°
<u>ÉPAULE</u>		
Flexion	0° à 90°	90° à 120°(3)
Extension	-	15° à 30° (1)
Rotation interne	0° à 45° - 60°	0° à 60° (2)
Rotation externe	-	30°(1)
Abduction	0° à 45°	
<u>COUDE</u>		
Flexion	0° à 60° - 90°	0° à 90°-120° (2)
<u>AVANT-BRAS</u>		
Pronation	0° à 60°	0° à 45°
<u>POIGNET</u>		
Flexion	0° à 45°	0° à 45°
Déviaton cubitale	-	0° à 30°

- (1): L'un ou l'autre de ces mouvements.
- (2): L'amplitude maximale est atteinte lors de la dépose dans une ouverture qui est localisée à l'opposé du membre sollicité.
- (3): Mouvement qui est introduit pour orienter un objet (sac de plastique) vers la hotte d'aspiration spécifique à ce produit.

**Tableau 17. Rythme de travail pour le deuxième secteur du centre #2**

MEMBRE SOLLICITÉ	TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)	FRÉQUENCE DES RETRAITS
Bras gauche	3,0	1/2,8 sec.
Bras droit (1)	2,0	1/2,0sec.

(1): Mouvement qui se situe du côté de l'arrivé du matériel.

**Tableau 18. Posture de travail pour le deuxième secteur du centre #2**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<u>DOS</u> Flexion avant Rotation	0° à 15° 0° à 30°	15° 15° à 30°
<u>COU</u> Flexion	30°	30°
<u>ÉPAULE</u> Flexion Extension Rotation interne	0° à 60° - -	0° à 30° 0° à 30° - 45° 90° (1)
<u>COUDE</u> Flexion	30° à 90°	90°
<u>AVANT-BRAS</u> Pronation	0° à 60°	0° à 60°
<u>POIGNET</u> Flexion Extension	0° à 45° 0° à 30°	- -

(1): Mouvement qui est introduit lorsque la dépose est effectuée du côté opposé au membre sollicité.

**Tableau 19. Rythme de travail pour le troisième secteur du centre #2**

MEMBRE SOLLICITÉ	TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)	FRÉQUENCE DES RETRAITS
Bras gauche (1)	3,9	1/3, 7 sec.
Bras droit	2,1	1/1, 7 sec.

(1): Membre qui est du côté de l'arrivé du matériel.

**Tableau 20. Posture de travail pour le troisième secteur du centre #2**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<u>DOS</u>		
Flexion avant	0° à 45°	-
Rotation	0° à 45°	0° à 45°
<u>COU</u>		
Flexion	15° à 40°	15° à 30°
Rotation	0° à 45°	
<u>ÉPAULE</u>		
Flexion	0° à 70°	0° à 70°
Abduction	-	0° à 45°
Rotation interne	0° à 60°	0° à 60°
<u>COUDE</u>		
Flexion	0° à 90°	0° à 90°
<u>AVANT-BRAS</u>		
Pronation	0° à 60°	0° à 60°
Supination	-	0° à 60°
<u>POIGNET</u>		
Flexion	0° à 30°	0° à 45°
Extension	-	0° à 45°

**Tableau 21. Rythme de travail pour le quatrième secteur du centre #2**

MEMBRE SOLLICITÉ	TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)	FRÉQUENCE DES RETRAITS
Bras gauche (1)	6,1	1/6,3 sec.
Bras droit	3,6	1/3,7 sec.

(1): Membre qui est situé du côté de l'arrivée du matériel.

**Tableau 22. Posture de travail pour le quatrième secteur du centre #2**

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<b><u>DOS</u></b>		
Flexion latérale	0° à 30°	-
Rotation	0° à 45°	0° à 30° - 45°
<b><u>COU</u></b>		
Flexion	15° à 30°	15° à 30°
Rotation	0° à 45°	0° à 45°
<b><u>ÉPAULE</u></b>		
Flexion	0° à 45°-120° (1)	0° à 90°
Extension	-	0° à 30°
Rotation interne	0° à 45°	0° à 90°
Rotation externe	-	0° à 30°
Abduction	0° à 60°(1)	
<b><u>COUDE</u></b>		
Flexion	0° à 90°	0° à 90°
<b><u>AVANT-BRAS</u></b>		
Pronation	0° à 60°	0° à 60°
Supination	-	0° à 45°
<b><u>POIGNET</u></b>		
Flexion	0° à 30°	0° à 45°
Extension	0° à 45°	-
Déviatiion cubitale	0° à 20°	-

(1): L'amplitude maximale est atteinte lors de la prise d'un objet dans le séparateur ou le déblocage manuel de ce dernier.

**Tableau 23. Rythme de travail au centre #3**

<b>POSITION RELATIVE DE TRAVAIL</b>	<b>MEMBRE SOLLICITÉ</b>	<b>TEMPS MOYEN DE RECHERCHE OU DE CONTRÔLE DU PRODUIT EN CONTINU (sec.)</b>	<b>FRÉQUENCE DES RETRAITS</b>
Côté gauche du convoyeur (1) (6 postes)	Bras gauche	3,6	1/3,6 sec.
	Bras droit	4,4	1/4,3 sec.
Côté droit du convoyeur (2) (3 postes)	Bras gauche	3,9	1/4,1 sec.
	Bras droit	2,7	1/2,6 sec.

(1): De ce côté, le matériel s'achemine de la droite vers la gauche.

(2): De ce côté, le matériel s'achemine de la gauche vers la droite.

Tableau 24. Posture de travail pour le centre #3

POSITION RELATIVE DES MEMBRES AUX ARTICULATIONS	ACTIVITÉS DE TRAVAIL ET PLAGE D'AMPLITUDE	
	RECHERCHE ET PRISE	DÉPOSER
<u>DOS</u>		
Flexion avant	0° à 30° - 45°	0° à 15° - 30°
Rotation	0° à 30° - 45°	0° à 30° - 45°
<u>COU</u>		
Flexion	0° à 30°	15° à 30°
Rotation	0° à 45°	30° à 45°
<u>ÉPAULE</u>		
Flexion	0° à 90°	0° à 45°
Extension	-	0° à 30°
Rotation interne	0° à 45° - 90°	0° à 45°
Rotation externe	-	0° à 30°
Abduction	0° à 45°	0° à 60° - 90°
Adduction	0° à 45°	0° à 30°
<u>COUDE</u>		
Flexion	0° à 45° - 90°	0° à 30° - 90°
<u>AVANT-BRAS</u>		
Pronation	0° à 60°	0° à 60°
Supination	0° à 90°	-
<u>POIGNET</u>		
Flexion	0° à 60°	-
Extension	0° à 45°	0° à 30° - 45°
Déviation cubitale	-	15°

**Tableau 25. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre # 1**

CONVOYEUR	POSTURE	ACTIVITÉ DE TRAVAIL	VARIABLES		
			HAUTEUR RELATIVE	ÉLOIGNEMENT FRONTAL	ÉLOIGNEMENT LATÉRAL
<b>APPROVISIONNEMENT</b> - Largeur = 68 po. - Vitesse = 50'/min.	Debout	Recherche et prise	41 1/2 po.	8 à 34 po.	Gauche = 0 à 12 po. Droite = 0 à 40 po.
		Dépose	41 po.	0à-12po.	20 à 36 po.
<b>TRI PRINCIPAL</b> - Largeur = 48 po. - Vitesse = 497min.	Debout	Recherche et prise	37 1/2 à 49 1/2 po. (1)	6 à 31 1/2 po.	Gauche = 0 à 24 po. Droite = 0 à 30 po.
		Dépose	41 3/4 po. (2)	- 8 po. (3)	Gauche = 25 po. Droite = 25 po. (4)
<b>TRI PLASTIQUE</b> -Largeur = 21 po. - Vitesse = marche/arrêt	Debout	Recherche et prise	34 à 39 1/2 po. (5)	7 1/4 à 28 1/4 po. (6)	Possibilité de se déplacer
		Dépose	44 à 68 po.	45 po.	Possibilité de se déplacer

- (1): Le convoyeur est concave et le point bas se retrouve à 37 1/2 po. et le point haut varie selon l'épaisseur de l'accumulation.
- (2): Hauteur du point de dépose dans les chutes. Pour ce qui est de la dépose dans les contenants d'appoint la hauteur est variable (8 po. à 24 po. et 42 pouces pour un bac roulant).
- (3): Les contenants d'appoint se retrouvent vers l'arrière à une distance de 17 à 36 po.
- (4): Un seul poste a un éloignement latéral vers la gauche qui est compris entre 18 et 42 po. et vers la droite de 24 à 48 po. (distance de 48 po. entre les chutes).
- (5): Rebord de 5 1/2 po. au-dessus de la courroie
- (6): Rebord de 7 1/4 po. en profondeur.
- (7): L'une des ouvertures n'offre que 24 po. en largeur au lieu de 48 po.

**Tableau 26. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre # 2**

CONVOYEUR	POSTURE	ACTIVITÉ DE TRAVAIL	VARIABLES		
			HAUTEUR RELATIVE	ÉLOIGNEMENT FRONTAL	ÉLOIGNEMENT LATÉRAL
DÉCONTAMINATION (sac, papier, rejets) - Largeur = 42 1/2 po. - Vitesse = 42'/min.	DEBOUT	Recherche et prise	33 à 45 po. (1)	2 1/2 à 24 po.	0 à 30 po.
		Dépose	34, 35 ou 38 po. et 65 1/2 (2)	- 8 po. (chute) 24 po. (hotte)	38 po. 12 po. (hotte)
DÉCONTAMINATION (métaux, rejets) - Largeur = 42 1/2 po. - Vitesse = 42'/min.	DEBOUT	Recherche et prise	33 po.	2 1/2 à 24 po.	0 à 24 po.
		Dépose	37 et 38 po.	-8 à - 12 po.	24 po. (chute) 41 et 62 po. (contenant)
DÉCONTAMINATION (verre) - Largeur = 12po. - Vitesse = 40'/min.	ASSIS	Recherche et prise	32 po.	10 1/2 à 23 po.	0 à 13 po.
		Dépose	37 po.	30 po.	0
TRI PLASTIQUE (gallon) - Largeur = 24 po. - Vitesse = 98'/min.	DEBOUT	Recherche et prise	41 à 49 po. (3)	2 1/4 à 26 po.	0 à 24 po.
		Dépose	44 po.	-12 po. (contenant) 24 à 36 po. (chute)	12 à 36 po. (chute) 34 à 48 po. (contenant)
TRI PLASTIQUE (autres) - Largeur = 24 po. - Vitesse = 105'/min.	DEBOUT	Recherche et prise	39 1/2 po. (3)	2 1/4 à 26 po.	0 à 30 po.
		Dépose	31 po. (chute) 30 à 42 po. (contenant)	30 à 52 po. (chute av.) - 9 po. (chute arr.) -15 à -23 po. (contenant)	15, 24, 25, 28, 46 et 52 po.

(1): La hauteur maximale est fonction de l'accumulation du matériel sur la courroie et le rebord du convoyeur est à 4 1/2 po. au-dessus de la courroie.

(2): Une hotte de captation pour les sacs de plastique est localisée au-dessus du convoyeur à 65 1/2 po.

(3): La structure du convoyeur excède le niveau de la courroie de 2 3/4 po.

**Tableau 27. Variables caractéristiques de l'aménagement des postes de travail au tri du centre # 3**

CONVOYEUR (1)	POSTURE	ACTIVITE DE TRAVAIL	VARIABLES		
			HAUTEUR RELATIVE	ÉLOIGNEMENT FRONTAL	ÉLOIGNEMENT LATÉRAL
PREMIÈRE SECTION: - Largeur = 34 po. - Vitesse = 507min.	DEBOUT	Recherche et prise	30 à 42 po. (2)	4 à 24 po.	0 à 24 po.
		Dépose	32 po.	-12 à -38po. (3)	15 à 39 po.
DEUXIÈME SECTION: - Largeur = 34 po. - Vitesse = 607min.	DEBOUT	Recherche et prise	30 à 36 po.	4 à 24 po.	0 à 24 po.
		Dépose	36 po.	-12 à -40 po. (3)	15 à 64 po. (3)

- (1): Les deux convoyeurs sont en ligne, le premier est ascendant et le deuxième est horizontal.
- (2): Le convoyeur est concave et le point bas, se retrouve à 30 pouces et pour le point haut, cela varie en fonction de l'épaisseur de l'accumulation.
- (3): La valeur extrême se rapporte aux contenants d'appoints qui sont disposés de façon adjacente au poste de travail (poste # 3, # 6 et #7).

De plus, pour les postes # 4 (deuxième section de convoyeur) et # 7 (première section) il y a un besoin de déposer le matériel dans des contenants qui sont disposés à 54 pouces en avant du travailleur (éloignement frontal).

**Tableau 28. Activité de travail et douleur ressentie en fonction du jour et de la période quotidienne<sup>37</sup>**

JOUR DE LA SEMAINE/PÉRIODE		VARIABLES(1)						
		PROPORTION DE LA POPULATION QUI RESSENT DE LA DOULEUR (%) (n=100)	RÉPARTITION DES RESENTIS/PARTIE DU CORPS (%)			RÉPARTITION UNIFORMISÉE DU NOMBRE TOTAL DES RESENTIS/TAILLE (2)		
			MEMBRES SUPÉRIEURS	DOS	MEMBRES INFÉRIEURS	- 64 po.	64 à 67 po.	67 po. et +
1	1	58	55	36	9	64% (32 %)	13% (47 %)	23% (21 %)
	2	55	14	57	29			
	3	55	29	57	14			
	4	55	50	38	12			
2	1	25	50	50	-			
	2	56	33	50	17			
	3	44	17	66	17			
	4	67	13	62	25			
3	1	56	60	20	20			
	2	60	33	45	22			
	3	50	20	60	20			
	4	60	33	56	11			
4	1	60	57	43	-			
	2	56	43	43	14			
	3	67	25	62	13			
	4	60	37	50	13			
5	1	50	60	40	-			
	2	64	44	44	12			
	3	43	29	42	29			
	4	60	22	45	33			

(1): Le questionnaire utilisé pour compiler ce tableau est retrouvé à l'annexe C.

(2): Le pourcentage qui apparaît entre parenthèses représente la proportion de la population des travailleurs qui ont participé à cet exercice et qui se retrouvent dans chacune des catégories. Une centaine de questionnaires (n = 100) provenant d'une vingtaine de préposés au tri répartis dans les 3 centres ont été compilés.

**Tableau 29. Besoins d'effort statique pour le maintien de la posture (dos) et de la rétention du matériel (bras) en fonction de la taille et du poids des travailleurs**

TRAVAILLEUR	POSTURE	NIVEAU D'INTENSITÉ DE L'EFFORT STATIQUE À GÉNÉRER (1)	
		MAINTIEN DE LA POSTURE (dos)	RÉTENTION DU MATÉRIEL (bras)
62 po. et 130 lbs.	15°	183 lbs. po.	MIN. = 2 à 3 lbs. MOY. = 8 lbs. MAX. = 15 à 20 lbs.
	30°	353 lbs. po.	
	45°	500 lbs. po.	
66 po. et 160 lbs.	15°	237 lbs. po.	
	30°	459 lbs. po.	
	45°	648 lbs. po.	
71 po. et 180 lbs.	15°	286 lbs. po.	
	30°	553 lbs. po.	
	45°	783 lbs. po.	

(1): Pour le maintien de la posture, l'estimé est fait en tenant compte des variations d'amplitude qui sont observées au niveau du dos (flexion avant) lorsque le travailleur est à effectuer la recherche d'un produit à récupérer.

Tableau 30. Registre des accidents (centre 3)

DATE	TYPE DE LÉSION	PARTIE DU CORPS
10/04	coupure	pouce gauche
11/04	douleur	épaule droite
23/04	coupure	doigt, main gauche
23/04	douleur	épaule droite
29/04	coupure	doigt, main droite
03/05	coupure	doigt, main gauche
03/05	douleur	épaule
15/05	douleur	épaules, bras et poignet gauche
16/05	coupure	doigt, main gauche
17/05	coupure	doigt, main gauche
22/05	coupure	pouce, main droite
27/05	douleur	épaules, bras gauche, poignets
27/05	douleur	poignet et avant-bras droit
29/05	douleur (tendinite)	coude
30/05	douleur	coudes
30/05	douleur	épaules, coudes et avant-bras
03/06	douleur	coude, poignet et avant-bras droit
05/06	coupure	main gauche
13/06	coupure	doigt, main gauche
14/06	coupure	pouce, main droite
04/07	coupure	pouce, main droite
10/07	coupure	doigt, main droite
22/07	coupure	doigt, main droite
01/08	coupure	doigt, main droite
25/09	coupure	doigt, main gauche
30/09	douleur (tendinite)	poignet gauche
01/10	douleur	épaule droite
10/10	douleur (tendinite)	poignet et coude droit
21/10	coupure	doigt, main gauche
21/10	douleur	épaule gauche
21/10	coupure	doigt, main droite
04/12	coupure	doigt, main droite
11/12	coupure	main droite

**Tableau 31. Compilation statistique des accidents au triage (centre 3)**

DATE	TYPE DE LÉSION	PARTIE DU CORPS	ACTIVITÉ DE TRIAGE
09/08	coupure	pouce gauche	verre
14/08	coupure	avant-bras droit	carton (présence de verre)
14/08	coupure	avant-bras	papier journal (présence de verre)
16/08	piqûre	main droite	carton (présence de verre)
21/08	piqûre	main gauche	carton (présence de verre)
27/08	coupure	avant-bras gauche	carton (cause inconnue)
03/09	coupure	main	papier journal (présence de verre)
04/09	coupure	pouce	plastique + aluminium
04/09	coupure	pouce	plastique + rejets
04/09	coupure	avant-bras	verre
04/09	brûlure	avant-bras	papier journal (présence de caustique)
04/09	brûlure	avant-bras	papier journal (présence de caustique)
04/09	brûlure	avant-bras	papier blanc + rejets (présence de caustique)
05/09	coupure	doigt	papier blanc (présence de verre)
09/09	coupure	doigt	papier blanc (présence de verre)
18/09	coupure	doigt	papier mixte (présence de verre)
18/09	douleur	dos	carton (en s'étirant)

**Tableau 32. Valeurs de références utilisées dans l'évaluation du déplacement dynamique d'un membre à son articulation**

ARTICULATIONS	PLAGE D'AMPLITUDE DE RÉFÉRENCE (50 % de la plage maximale) <sup>26,27</sup>
DOS - Flexion avant - Flexion latérale - Rotation	0° à 35° 0° à 20° 0° à 45°
COU - Flexion - Rotation - Extension	0° à 30° 0° à 40° 0° à 30°
ÉPAULE - Flexion - Extension - Abduction - Adduction - Rotation interne - Rotation externe	0° à 94° 0° à 30° 0° à 67° 0° à 24° 0° à 49° 0° à 17°
COUDE - Flexion	0° à 71°
AVANT-BRAS - Pronation - Supination	0° à 39° 0° à 57°
POIGNET - Flexion - Extension - Déviation cubitale	0° à 45° 0° à 50° 0° à 24°

**Tableau 33. Caractéristiques d'aménagement des postes de travail et critères de référence**

CENTRE DE TRI	CONVOYEURS	ACTIVITÉS	CARACTÉRISTIQUES D'AMÉNAGEMENT			CRITÈRES DE RÉFÉRENCE/TAILLE (1)	
			HAUTEUR (cm)	ÉLOIGNEMENT FRONTAL (cm)	ÉLOIGNEMENT LATÉRAL (cm)		
1	1	Prise	106	20 à 86	0à30G 0à120D	TAILLE -152 CM (60 po) Hauteur: 81 à 95 cm, (32 à 37.5 po) Éloignement frontal: -30 à +38 cm, (-12 à +15 po) Éloignement latéral: 0 à 30cm (0 à 12po)	
		Dépose	106	0à-30	51 à 92		
	2	Prise	95 à 126	15 à 90	0à60G 0à30D	TAILLE =158 CM (62 po) Hauteur: 85 à 99 cm, (33.5 à 39 po) Éloignement frontal: -30 à 40 cm, -12 à +16 po Éloignement latéral: 0 à 33cm, (0 à 13po)	
		Dépose	106(2)	-20 (3)	64 G ou D (4)		
	3	Prise	86 à 100 (5)	18 à 72 (6)	0 à 30 G ou D	TAILLE =170 CM (67 po) Hauteur: 93 à 107 cm, (36.5 à 42 po) Éloignement frontal: -30 à 43 cm, (-12 à +17 po) Éloignement latéral: 0 à 36 cm, (0 à 14po)	
		Dépose	112 à 173	114	0 à 60 (7)		
2	1	Prise	84 à 114 (8)	6 à 60	0à76	TAILLE =162 CM (64 po) Hauteur: 89 à 103 cm, (35 à 40.5 po) Éloignement frontal: -30 à 41 cm, (-12 à +16.5 po) Éloignement latéral: 0 à 34.5 cm, (0 à 13.5 po)	
		Dépose	86 à 97 (9)	-20 à 60	30 à 97		
	2	Prise	84	6 à 60	0à60	TAILLE =185 CM (73 po) Hauteur: 102 à 117 cm, (40 à 46 po) Éloignement frontal: -30 à 47 cm, (-12 à +18.5 po) Éloignement latéral: 0 à 38cm, (0 à 15po)	
		Dépose	94 à 97	-20 à -30	60 à 157		
	3 (assis)	Prise	81	27 à 58	0à33	TAILLE =170 CM (67 po) Hauteur: 93 à 107 cm, (36.5 à 42 po) Éloignement frontal: -30 à 43 cm, (-12 à +17 po) Éloignement latéral: 0 à 36 cm, (0 à 14po)	
		Dépose	94	76	0		
	4	Prise	104 à 125 (10)	6 à 66	0à60	TAILLE =170 CM (67 po) Hauteur: 93 à 107 cm, (36.5 à 42 po) Éloignement frontal: -30 à 43 cm, (-12 à +17 po) Éloignement latéral: 0 à 36 cm, (0 à 14po)	
		Dépose	112	-30 à 90	30 à 122		
	5	Prise	100(10)	6 à 66	0à76	TAILLE =170 CM (67 po) Hauteur: 93 à 107 cm, (36.5 à 42 po) Éloignement frontal: -30 à 43 cm, (-12 à +17 po) Éloignement latéral: 0 à 36 cm, (0 à 14po)	
		Dépose	79 à 107	-25 à 132	38 à 132		
	3	1	Prise	76 à 107 (11)	10 à 60	0à60	TAILLE =185 CM (73 po) Hauteur: 102 à 117 cm, (40 à 46 po) Éloignement frontal: -30 à 47 cm, (-12 à +18.5 po) Éloignement latéral: 0 à 38cm, (0 à 15po)
			Dépose	81	-30 à -97 (12)	38 à 99	
2		Prise	76 à 92	10 à 60	0à60	TAILLE =185 CM (73 po) Hauteur: 102 à 117 cm, (40 à 46 po) Éloignement frontal: -30 à 47 cm, (-12 à +18.5 po) Éloignement latéral: 0 à 38cm, (0 à 15po)	
		Dépose	91	-30 à -102 (12)	38 à 163 (12)		

(1): Afin d'identifier si l'aménagement physique des postes de travail a une influence plus marquée pour certaine taille d'individu, les critères de référence ont été établis en tenant compte des caractéristiques de la population des travailleurs qui ont été observés et en appliquant le principe du maintien de la posture debout normale avec les bras à la verticale.

Ainsi, pour chacune des tailles retenues, la plage en hauteur du plan de travail est déterminée à partir de la hauteur des coudes moins 10 cm (4 po.) à plus 4 cm (1.5 po.).

En éloignement frontal, vers l'avant c'est la longueur de l'avant-bras et de la main (bras à la verticale) et vers l'arrière, la limite supérieure tient compte de la possibilité de se déplacer les pieds (posture debout).

En éloignement latéral, la plage qui est préconisée correspond à la distance qu'il y a entre le centre du corps et la position de la main lorsque le bras (vertical), à l'articulation de l'épaule, introduit une rotation externe à 50 % de l'amplitude moyenne maximale.

- (2): Cette hauteur correspond à la hauteur de l'ouverture pour la dépose dans les chutes. Pour ce qui est de la dépose dans les contenants d'appoint, la hauteur varie de 20 à 107 cm (8 à 42 po.).
- (3): Les contenants d'appoint se retrouvent vers l'arrière à une distance de 43 à 92 cm (17 à 36 po.).
- (4): Un seul poste a un éloignement latéral vers la gauche qui est compris entre 46 et 107 cm (18 à 42 po) et vers la droite de 61 à 122 cm (24 à 48 po.).
- (5): La structure est à 14 cm (5 1/2 po) au-dessus de la courroie.
- (6): En éloignement frontal, la structure éloigne le travailleur de 18 cm (7 1/4 po.).
- (7): L'une des ouvertures n'offre que 61 cm (24 po.) en largeur.
- (8): La hauteur maximale est fonction de l'accumulation du matériel qu'il y a sur la courroie et la structure du convoyeur se retrouve à 12 cm (4 1/2 po.) au-dessus de la courroie.
- (9): Une hotte de captation pour sac de plastique est localisée à 166 cm (65 1/2 po.) au-dessus du plancher.
- (10): La structure du convoyeur excède le niveau de la courroie de 7 cm (2 3/4 po.).
- (11): Le convoyeur est concave et le point bas se retrouve à 76 cm (30 po.) au-dessus du plancher et pour le point haut cela varie en fonction de l'accumulation du matériel.
- (12): Les valeurs extrêmes se rapportent aux contenants d'appoints qui sont disposés de façon adjacente aux postes de travail.

**Tableau 34. Valeurs de référence utilisées dans l'évaluation du niveau d'exigence des efforts statiques**

<b>MEMBRE SOLLICITÉ</b>	<b>VALEURS DE RÉFÉRENCE</b>
<b>DOS<sup>28</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Moment inférieure à 350 Ibs. po. = Travail léger pour hommes ou femmes non entraînés(es).</li> <li>. Moment entre 350 et 750 Ibs. po. = Travail moyen-lourd, requiert un apprentissage du travail et une bonne structure corporelle.</li> <li>. Moment entre 750 et 1200 Ibs. po. = Travail lourd qui requiert une sélection du personnel, une formation particulière plus une distribution des pauses.</li> <li>. Moment supérieure à 1200 Ibs. po.= Travail très lourd, ne peut être accompli de façon continue, besoin de contrôle et de surveillance au niveau de la sélection et de l'entraînement du personnel</li> </ul>
<b>BRAS DROIT EN ADDUCTION<sup>26</sup></b>	<p>2,5 % de la population féminine = 8, 1 Ibs.                      50 % de la population féminine et 2,5 % de la population masculine = 12 Ibs.                      97,5 % de la population féminine et 50 % de la population masculine = 24 Ibs.</p>

Pour le bras gauche, la valeur de référence doit être réduite à 90 %.<sup>26</sup>

**Tableau 35. Estimation des besoins d'effort statique équivalents à générer à l'articulation de l'épaule pour le maintien du membre supérieur**

ARTICULATION	POSITION RELATIVE DU MEMBRE	EFFORT MOYEN ÉQUIVALENT EN % DES CAPACITÉS MAXIMALES		
		FEMME à 2,5%	FEMME à 50 % HOMME à 2,5 %	FEMME à 97,5 % HOMME à 50 %
Épaule	Plage en flexion du bras = 60° à 90°	53	45	26

**Tableau 36. Proportion du temps de travail avec flexion du bras pour les trois centres de tri**

CENTRE DE TRI	Secteurs	PROPORTION DU TEMPS DE TRAVAIL AVEC FLEXION DU BRAS À 60 - 90°	LARGEUR DU CONVOYEUR (cm)
	Courroie d'approvisionnement	27 %	173
	Courroie principale	31 %	122
	Tri plastique	38%	54
2 (2)	# 1	24%	122
	# 2	14%	122
	# 3	7%	30
	# 4	25%	60
	# 5	30%	60
3 (3)	-	10%	86

- (1): À ce centre de tri, pour l'ensemble des secteurs le volume de matériel qui repose sur la courroie est jugé par les travailleurs comme étant moyen à élevé.
- (2): Pour le secteur # 2, le volume de matériel est jugé comme étant faible et pour les secteurs # 4 et # 5 c'est moyen.
- (3): Le volume de matériel est jugé comme étant faible à moyen.

## **ANNEXE A**

## **LISTE DE POINTS SOULEVÉS PAR LES PRÉPOSÉS DE CHACUN DES CENTRES DE TRI**

Suite aux échanges qui ont été réalisés pendant les périodes de collecte de données et de façon plus systématique lors de la rencontre avec un groupe de travailleurs de chacun des centres, il a été possible de faire un recueil des ressentis.

### RÉSULTATS

#### **CENTRE DE TRI # 1:**

Aux deux postes de tri grossier, les préposés ont rapporté:

- Lorsqu'il y a trop de matériel d'accumulé au point de chargement du convoyeur (en bas), afin de régulariser le débit sur la courroie de triage, il faut descendre manuellement le tas plus souvent et c'est très pénible.
- La pire condition c'est le froid en hiver.
- Au début, l'on ressentait de la douleur à l'épaule droite et avec le temps et des exercices cela s'est amélioré.
- Le plus grand risque potentiel de blessure est celui des coupures sur le verre et même quelquefois sur les couteaux qui sont cachés dans le matériel à trier.
- Un sac de 50 à 60 livres est projeté pour que le matériel soit entraîné par le convoyeur et par la suite il est récupéré au passage.
- Depuis que l'on travaille sur une plate-forme, c'est moins pire pour le dos, mais à la longue il faut quand même l'enlever pour changer le mal de place.

Aux autres postes (15 postes) de tri qui sont localisés le long de la courroie principale, les préposés rapportent que:

- La hauteur d'accumulation du matériel devrait être plus régulière car, lorsqu'il y en a trop, il faut forcer et l'on a mal aux épaules.
- Les appuis pour le bas du corps (ventre et hanche) devraient être arrondis et recouverts d'un matériel mou et isolant du froid.
- À l'extrémité du convoyeur, les doigts de séparation sont inadéquats car le verre passe plus et il y a contamination du papier.

- Dans certains cas, l'électro-aimant projette une pièce de métal vers le haut et cela sort des écrans de protection. C'est très dangereux de se faire frapper.
- La fréquence des arrêts est très variable, cela dépend de la concentration de verre et/ou de carton. Lorsqu'il y a trop de verre en même temps, cela ne fournit pas et il faut arrêter.
- Lorsqu'il y a trop de carton, il y a aussi arrêt du convoyeur d'alimentation extérieure et l'on vide la courroie de tri et l'on attend.
- En hiver, puisque les rebords de métal où l'on s'appuie ne sont pas isolés, c'est froid pour les parties du corps qui s'y frottent et cela nous porte à uriner plus souvent.
- Les chutes pour le verre et le métal devraient être isolées, cela réduirait le bruit.
- L'effort de rétention ou de poussée sur le matériel qui repose sur la courroie est plus important lorsque celui-ci est humide.
- Ce phénomène est aussi amplifié par le fait que le convoyeur est creux et que l'accumulation se retrouve vers le centre à bout de bras.
- De plus, dépendamment si l'on est gaucher ou droitier et que l'on est sur un bord ou l'autre du convoyeur, le niveau de pénibilité est différent.
- Au niveau des citoyens, ces derniers sont peut-être négligents car l'on reçoit des bêtes mortes (ex. chats), des couteaux ou des ordures ménagères. Peut-être que cela provient des conteneurs pour la collecte en vrac?
- Lorsque les morceaux de carton sont trop volumineux ou trop lourds c'est difficile.

### **CENTRE DE TRI # 2:**

- Pour les plus petits de taille, les convoyeurs sont trop hauts et il faut traîner notre plateforme.
- En hiver on gèle et en automne le matin c'est pareil car lorsque l'on commence à travailler le chauffage arrête.
- L'on a pas le contrôle du chauffage.
- Les gants sont trop minces et lorsque le matériel est mouillé on a les mains mouillées.
- Il y a trop de verre sur le convoyeur (réf. coupure).

- En été la chaleur est insupportable, il n'y a pas d'ouverture pour aérer la place et lorsque le chariot-élévateur fonctionne il y a beaucoup de senteurs en haut.
- À la cafétéria aussi il n'y a pas de fenêtre ni d'aération.
- L'éclairage est adéquat.
- Le bruit est intense et il faut porter des bouchons.
- Pour communiquer entre nous (ex. faire diminuer la vitesse du convoyeur lorsqu'il y a trop de matériel), il faut crier et plus souvent qu'autrement la personne à qui l'on s'adresse ne comprend pas. Il faut alors communiquer par signes ou par gestes.
- Pour les plus grands de taille, au convoyeur de décontamination il faut se surveiller pour ne pas se frapper la tête sur la hotte de captation des sacs par aspiration.
- Pour débloquer le "shaker", le moyen d'accès est inadéquat et il y a un risque de chute de différent niveau.
- Quand ça "rush", l'on a pas le temps d'arrêter et physiquement l'on ne récupère pas.
- Sur les arêtes de la structure des convoyeurs, il n'y a pas de caoutchouc.
- Les gants sont froids et lorsqu'ils sont mouillés c'est encore pire.
- Les odeurs en provenance du matériel sont souvent fortes. Il y a des ordures ménagères, des couches, de la viande, etc.
- Lorsqu'il y a du plastique à l'intérieur des boîtes ou des sacs, il faut les ouvrir et c'est plus pénible.
- Pour ne pas laisser passer un produit, on le récupère sur le tard et il y a obligation de s'étirer (flexion latérale du dos). Cela est très fatiguant.
- Lorsque l'on pousse sur le convoyeur pour refouler le matériel, c'est très pénible et les risques de coupure sont plus élevés.
- Le ventre et les os du bassin sont toujours appuyés sur le rebord du convoyeur et ça fait mal. De plus, dû au fait qu'on a constamment le dos fléchi à environ 30 degrés il y a alors une augmentation de la pression et du frottement.
- Si l'on parle trop sur la ligne, la responsable augmente la vitesse du convoyeur.

- À la décontamination, l'on a toujours le même rythme et lorsqu'il y a trop de matériel il faut le refouler.
  - La pénibilité du travail est influencée par la composition ou le mélange de matériel qui nous arrive.
  - Au tri des contenants de plastique de un gallon on est seul et de façon occasionnelle pour fournir l'on devrait être deux.
  - Toutefois, lorsque l'on fonctionnait à deux, l'espace de travail était restreint.
  - Cela requiert environ deux mois pour être à l'aise avec le travail (réf. se concentrer pour effectuer la prise).
  - L'entreprise n'engage que les plus jeunes et les plus vieux ne sont pas engagés.
  - Les bons ne peuvent pas s'absenter et ceux qui ne sont pas bons, ça ne dérange pas.
  - Pour le triage des plastiques, le choix est plus difficile à faire. C'est plus mêlant, la formation est insuffisante et l'on a pris l'habitude de la faire entre nous.
  - Les ouvertures pour déposer les produits ne sont pas assez grandes et il en tombe par terre. Il y a donc un encombrement au niveau du plancher et une obligation de les reprendre.
  - Lorsque l'on vient nous aider, la vitesse du convoyeur est augmentée et après que l'aide s'en va la vitesse reste la même.
  - Cela était pire lorsque l'on restait toujours à la même place. Depuis environ un mois l'on nous change de place et c'est moins pire (ex. le matin = tri des plastiques et l'après-midi = décontamination).
- Pour travailler à la décontamination du verre, la structure du convoyeur fait saillie, cela appuie sur les cuisses et l'on ressent de la douleur.
- Pour ce qui est du ressenti de la douleur, cela affecte surtout le haut (entre les omoplates) et le bas du dos (éloignement frontal important = toujours penché), l'arrière des bras, les épaules et les pieds.
  - Certains postes semblent plus agréables tels que les plastiques où l'on doit différencier les sortes.
  - La décontamination apparaît comme la plus difficile.
  - Le plastique, ce n'est pas tout le monde qui peut le faire car cela demande de la rapidité.

- Les premières deux semaines, la douleur est ressentie partout et lorsque le point d'intervention est trop haut, l'on a mal aux épaules.
- La vitesse du convoyeur principal (décontamination) est variable et dépendamment de la qualité du matériel on l'augmente ou on la ralentit.
- Les systèmes d'aspiration du matériel bloquent à l'occasion et l'on doit utiliser une tige de plastique.
- Des gants de plastique sont utilisés et en hiver l'on ajoute des gants de laine. À l'occasion, l'on a des engourdissements aux doigts.
- Les gants ne sont pas adaptés au travail mais il n'y a pas d'autre alternative ou d'autre choix au niveau des fournisseurs.
- Le principal problème est celui des coupures, il y en a environ deux par jour.

### **CENTRE DE TRI # 3:**

- À la première position de tri, c'est plus difficile et pénible car il y a plus de produits et l'on est obligé de démêler pour récupérer le produit dont on a la charge.
- Puisque le convoyeur d'approvisionnement est à angle, le débit de matériel est impossible à contrôler et lorsque le volume est trop important, cela nous oblige à accélérer.
- En fait, le rythme de travail est non constant et les écarts sont importants.
- La dépose des produits dans les contenants d'appoint est le plus pénible.
- De par le déplacement du convoyeur cela provoque de la nausée et lorsqu'il s'arrête, l'on se déplace.
- Au début l'on recevait des ordures ménagères et des objets à risque (ex. seringue) car les citoyens étaient mal préparés à la collecte sélective.
- Puisque le ramassage se fait en vrac, l'on est plus sollicité pour ouvrir les contenants.
- La douleur est ressentie au dos, aux coudes, aux épaules et aux poignets.
- La première semaine l'on a mal au dos, au coeur (nausée) et certains ne peuvent pas continuer.

## **ANNEXE B**

## **LISTE DES RISQUES POTENTIELS PAR CATÉGORIE**

À partir des observations ou des constats qui ont été faits lors des visites aux trois centres de tri, il a été possible d'identifier certains risques potentiels qui exposent les travailleurs aux blessures.

### **RISQUE DE PROJECTION**

- Dépendamment de la forme des objets récupérés par l'électro-aimant, dans certains cas il y a projection de l'objet dans l'aire de travail.
- Au point de transfert entre deux convoyeurs, il arrive qu'il y ait projection d'un contenant qui était coincé.
- Il y a des projections de verre qui émanent du point de chargement du broyeur.

### **RISQUE MÉCANIQUE**

- Il n'y a pas d'écran de protection pour empêcher d'avoir accès aux composantes mobiles (ex. arbre d'entraînement, accouplement, poulie et courroie, etc.) ou au point d'entraînement et lorsqu'il y en a, ils sont de dimension insuffisante ou de conception inappropriée.
- À chacun des postes de travail le long des convoyeurs, il n'y a pas de câble ou de bouton d'arrêt d'urgence.
- Lors du nettoyage ou du déblocage d'un équipement, l'interrupteur de commande n'est pas verrouillé.

### **RISQUE DE CHUTE**

- De par l'utilisation d'une plate-forme, lorsque la dimension avant/arrière est inférieure à 48 pouces ou que sa hauteur est supérieure à 10 pouces, cela augmente les risques de chute.
- Lorsque la différence de niveau entre les pieds et le point de chute du matériel est inférieure à 900 mm, il y a non respect de la réglementation applicable<sup>38</sup> et augmentation du risque potentiel de chute (dans le cas des cuves, bacs, réservoirs, bassins et autres récipients cette hauteur est de 750 mm).

### **AUTRES RISQUES**

- De par les besoins de récupérer le matériel qui est disposé dans les bacs roulants, il y a un risque de chute dans le bac ou un risque de blessure au dos (réf. posture fortement penchée et/ou effort physique de manipulation).
- À certains postes de travail, les éléments de structure sont en saillie ou de dimension insuffisante pour éviter l'effet d'écrasement par appui des parties du corps.

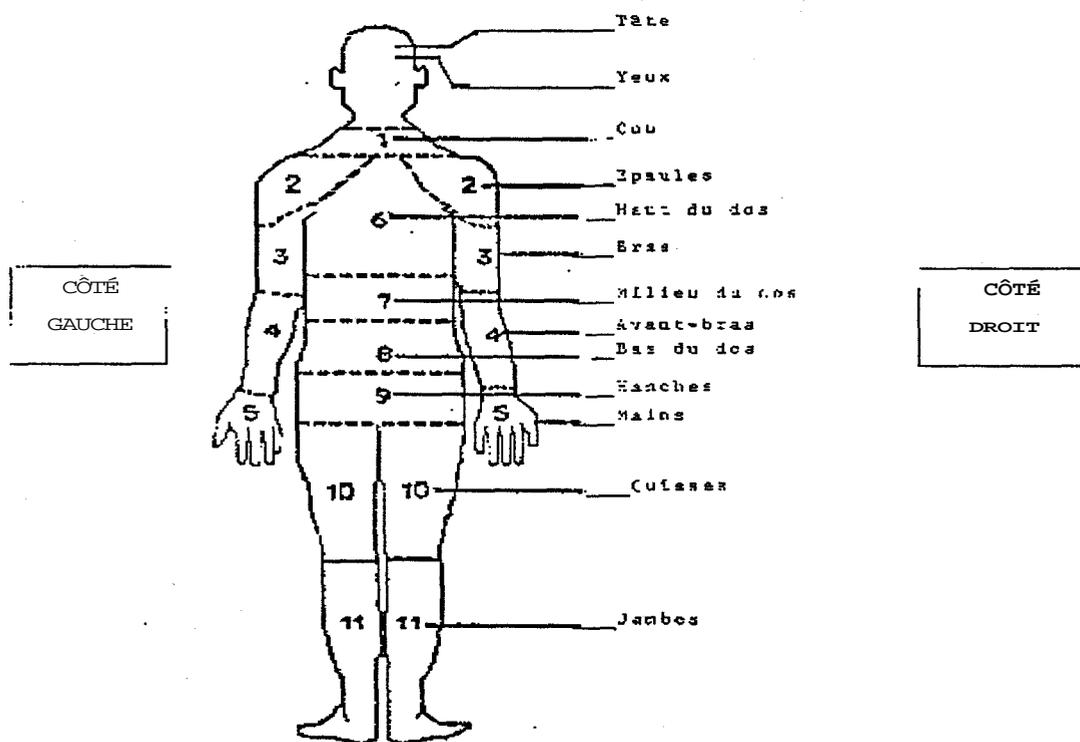
## ANNEXE C

**QUESTIONNAIRE SUR LES DOULEURS RESENTIES.<sup>37</sup>**

NOM : TAILLE :  
 AGE : DATE :  
 HEURE (cochez) : 9 h 55, 11 h 55, 14 h 25 ou 16 h 25

POUR CHACUNE DES PARTIES DU CORPS OÙ VOUS RESSENTEZ DE LA DOULEUR, VEUILLEZ SUIVRE LE NIVEAU D'INCONFORT QUE CELA VOUS OCCASIONNE

NIVEAU 1 = Faible ressenti de la douleur      NIVEAU 2 = Niveau moyen      NIVEAU 3 = Douleur intolérable



**ENCERCLEZ VOTRE POSITION**

